



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
**ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ
НАУКА У НОВОМ САДУ**



Марко Величковић

**МОДЕЛИРАЊЕ ЕКСТЕРНИХ ТРОШКОВА У
СИСТЕМИМА ДИСТРИБУЦИЈЕ РОБЕ У
ГРАДСКИМ ПОДРУЧЈИМА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2020. године



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР :	
Идентификациони број, ИБР :	
Тип документације, ТД :	Монографска документација
Тип записа, ТЗ :	Текстуални штампани материјал
Врста рада, ВР :	Докторска дисертација
Аутор, АУ :	маст. инж. саобр. Марко Величковић
Ментор, МН :	Проф. др Ђурђица Стојановић, ванредни професор
Наслов рада, НР :	Моделирање екстерних трошкова у системима дистрибуције робе у градским подручјима
Језик публикације, ЈП :	Српски
Језик извода, ЈИ :	Српски/Енглески
Земља публикација, ЗП :	Република Србија
Уже географско подручје, УП :	АП Војводина
Година, ГО :	2020.
Издавач, ИЗ :	Ауторски репринт
Место и адреса, МА :	Факултет техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад
Физички опис рада, ФО : (поглавља/страна/цитата/табела/слика/графика/прилога)	7/279/335/38/58/0/5
Научна област, НО :	Саобраћајно инжењерство
Научна дисциплина, НД :	Логистика
Предметна одредница/Кључне речи, ПО :	Екстерни трошкови транспорта, Одржива логистика, Моделирање, Урбани теретни транспорт, Иницијативе и концепти урбане логистике, Урбани консолидациони центри
УДК	
Чува се, ЧУ :	Библиотека Факултета техничких наука у Новом Саду
Важна напомена, ВН :	
Извод, ИЗ :	<p>Предмет истраживања ове докторске дисертације су екстерни трошкови (ЕТ-и) урбаног теретног транспорта (УТТ-а) у системима дистрибуције и могућности њиховог смањења увођењем различитих иницијатива урбане логистике (УЛ-е). Основни циљ истраживања је да се уоче ограничења малобројних постојећих модела за прорачун ЕТ-а УТТ-а и да се развије нови аналитички модел, који узима у обзир утицај примене урбаних консолидационих центара (УКЦ-а), самостално или у комбинацији са другим иницијативама УЛ-е. Прегледом литературе која се односи на најсавременија теоријска сазнања и најбољу праксу у области истраживања, идентификована су ограничења постојећих модела за прорачун ЕТ-а транспорта и истакнут је значај интегрисаног приступа моделирању ЕТ-а УТТ-а. Предложен је нови аналитички модел, који омогућава прорачун ЕТ-а УТТ-а за различите изабране иницијативе и концепте УЛ-е. Научни допринос ове дисертације представља нови транспортно-економски аналитички модел за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, који полази од транспортне тражње и узима у обзир утицај увођења УКЦ иницијативе и повезаних концепата. За разлику од постојећих модела, који омогућавају процену само појединих категорија ЕТ-а, у дисертацији је предложен модел који узима у обзир све основне и неколико секундарних категорија ЕТ-а. Допринос у практичном смислу представља предлог алата који стручњаци, применом „шта-ако“ анализе ЕТ-а УТТ-а, могу да користе као подршку у процесу планирања и обликовања увођења УКЦ иницијативе и повезаних концепата у контексту одрживог развоја.</p>
Датум прихватања теме, ДП :	31.01.2019.
Датум одбране, ДО :	
Чланови комисије, КО :	
Председник:	др Маринко Масларић, ванредни професор
Члан:	др Валентина Мировић, ванредни професор
Члан:	др Снежана Тадић, ванредни професор
Члан:	др Гордан Стојић, ванредни професор
Члан:	др Јованка Пантовић, редовни професор
Члан, ментор:	др Ђурђица Стојановић, ванредни професор
Потпис ментора	



UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monographic publication
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Ph. D. thesis
Author, AU :	M.Sc. Marko Veličković
Mentor, MN :	Ph.D. Đurđica Stojanović
Title, TI :	Modelling of external costs in goods distribution systems in urban areas
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian/English
Country of publication, CP :	Republic of Serbia
Locality of publication, LP :	AP of Vojvodina
Publication year, PY :	2020.
Publisher, PB :	Author's reprint
Publication place, PP :	Faculty of Technical Sciences Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	7/279/335/38/58/0/5
Scientific field, SF :	Traffic engineering
Scientific discipline, SD :	Logistics
Subject/Key words, S/KW :	External Costs of Transportation, City Logistics, Modeling, Urban Freight Transport, Initiatives and Concepts in City Logistics, Urban Consolidation Centres
UC	Library of the Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad
Holding data, HD :	
Note, N :	
Abstract, AB :	<p>The external costs (ECs) of the urban freight transport (UFT) in distribution systems and the possibilities for ECs reduction by introduction of various urban logistics (UL) initiatives are the subject of the research in this doctoral dissertation. The main goal of the research is to identify the shortcomings of the few existing models for UFT ECs assessment and to develop a new analytical model, which takes into account the impact of the urban consolidation centers (UCCs) introduction, as single initiative or in combination with other UL initiatives. A review of the literature related to the most contemporary theoretical knowledge and the best practice in the field of research identified the shortcomings of existing models for the calculation of transportation ECs and highlighted the importance of an integrated approach to modelling UFT ECs. A new analytical model has been proposed which enables calculation of UFT ECs for different selected UL initiatives and concepts introduction. The scientific contribution of this dissertation is a new transport-economic analytical model for the calculation of UFT ECs, which starts from transport demand and takes into account the impact of the UCC initiative and related concepts introduction. Unlike the existing models, which allow the assessment of only certain categories of ECs, the proposed model that takes into account all basic (primary) and several secondary categories of ECs. The practical implication of this research is a tool that experts can use as a support in the process of planning and shaping introduction of UCC initiative and related concepts introduction in the context of sustainable development by applying the "what-if" analysis of UFT ECs.</p>
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	31.01.2019.
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	
President:	Ph.D. Marinko Maslarić, Associate professor
Member:	Ph.D. Valentina Mirović, Associate professor
Member:	Ph.D. Snežana Tadić, Associate professor
Member:	Ph.D. Gordan Stojić, Associate professor
Member:	Ph.D. Jovanka Pantović, Full professor
Member, Mentor:	Ph.D. Đurđica Stojanović, Associate professor

Menthor's sign

ЗАХВАЛНИЦА

Велику захвалност дугујем свом ментору, проф. др Ђурђици Стојановић, на указаном поверењу и пруженој шанси.

Такође се захваљујем и свим члановима Комисије за оцену докторске дисертације, проф. др Маринку Масларићу, проф. др Валентини Мировић, проф. др Снежани Тадић, проф. др Гордану Стојићу и проф. др Јованки Пантовић, јер су својим сугестијама и саветима значајно унапредили квалитет истраживања и начин приказа резултата.

Хвала проф. др Ратомиру Врачаревићу и проф. Валентини Мировић, на обезбеђивању података, на основу којих су објављени бројни научни радови и чији је крајњи резултат ова докторска дисертација. Такође се захваљујем проф. др Јелени Иветић, која је несебичним залагањем помогла унапређење анализе резултата.

На крају, посебну захвалност желим да упутим мајци Антоанели и оцу Срђану на свему што су за мене учинили и супрузи Јовани на пруженој подршци и разумевању.

Посвећено

деци Вери и Миши

САДРЖАЈ

1.	УВОД.....	1
1.1.	Полазне основе, области и предмет истраживања	1
1.2.	Мотиви истраживања	5
1.3.	Основна хипотеза и истраживачка питања	6
1.4.	Циљеви и задаци истраживања	8
1.5.	Примењене методе истраживања.....	9
1.6.	Фазе истраживања и структура докторске дисертације	11
2.	ЕКСТЕРНИ ЕФЕКТИ И ТРОШКОВИ У ТЕРЕТНОМ ТРАНСПОРТУ	15
2.1.	Урбани теретни транспорт – основе, проблеми и изазови	16
2.2.	Ефекти теретног транспорта.....	17
2.2.1.	Позитивни ефекти теретног транспорта	18
2.2.2.	Негативни ефекти теретног транспорта	19
2.3.	Екстерни трошкови теретног транспорта	26
2.3.1.	Основе и принципи обликовања екстерних трошкова транспорта	27
2.3.2.	Врсте и процена екстерних трошкова	30
2.3.3.	Јединичне вредности за прорачун екстерних трошкова.....	38
2.4.	Светска искуства у процени екстерних трошкова и истраживања у Републици Србији.....	40
2.5.	Резиме поглавља	45
3.	ОСНОВЕ, ИНИЦИЈАТИВЕ И КОНЦЕПТИ УРБАНЕ ЛОГИСТИКЕ.....	46
3.1.	Појам урбане логистике и кратка генеза истраживања	46
3.2.	Односи између субјеката у урбаној логистици	48
3.3.	Принцип одрживости у урбаној логистици	51
3.4.	Иницијативе и концепти урбане логистике	55
3.4.1.	Врсте иницијатива урбане логистике	56
3.4.2.	Опис најзначајнијих иницијатива урбане логистике за смањење екстерних трошкова урбаног теретног транспорта	63
3.5.	УКЦ концепти у литератури	76
3.6.	Светска искуства са различитим УКЦ концептима	79

3.7. Резиме поглавља	84
4. ПРЕГЛЕД ТЕХНИКА И МЕТОДА МОДЕЛИРАЊА ОД ЗНАЧАЈА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ	86
4.1. Врсте и класификација модела	86
4.2. Преглед постојећих модела од значаја за истраживање	92
4.2.1. Модели потражње у урбаном теретном транспорту	92
4.2.2. Модели за прорачун екстерних трошкова транспорта	94
4.3. Методе процене утицаја иницијатива и концепата урбане логистике на екстерне трошкове урбаног теретног транспорта	98
4.4. Систематизација идентификованих ограничења у приказаним моделима	102
4.5. Резиме поглавља	104
5. РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ПРОРАЧУН ЕКСТЕРНИХ ТРОШКОВА У СИСТЕМИМА ДИСТРИБУЦИЈЕ РОБЕ У ГРАДСКИМ ПОДРУЧЈИМА	106
5.1. Дефинисање проблема и анализа система	107
5.2. Развој модела	110
5.2.1. Процена количине терета	113
5.2.2. Дефинисање иницијалних параметара модела	114
5.2.3. Компонента СУЛ	119
5.2.4. Компонента АТВ	130
5.2.5. Компонента ПЕТ	132
5.2.6. Излаз модела	139
5.3. Резиме поглавља	140
6. ПРИМЕНА МОДЕЛА НА СТУДИЈИ СЛУЧАЈА	141
6.1. Опис студије случаја	141
6.2. Прикупљање података и припрема основних параметара модела	146
6.3. Приказ резултата примене модела	154
6.3.1. Резултати - тренутно стање урбаног теретног транспорта	154
6.3.2. Резултати – увођење УКЦ решења	156
6.4. Анализа осетљивости модела	183
6.5. Анализа резултата и дискусија	186
6.6. Ограничења истраживања и предложеног модела	194

6.7. Резиме поглавља	200
7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	201
ЛИТЕРАТУРА	205
ПРИЛОЗИ	232

СПИСАК СЛИКА

Слика 1.1. Области и границе истраживања докторске дисертације	5
Слика 1.2. Структура докторске дисертације и веза поглавља са хипотезама и истраживачким питањима	12
Слика 2.1. Степен урбанизације по континентима (извор: Duffin, 2019)	15
Слика 2.2. Степен урбанизације по државама у Европи (извор: United Nations Population Division [UNPD], 2019)	16
Слика 2.3. Позитивни ефекти теретног транспорта (прилагођено на основу: Rodrigue et al., 2017).....	18
Слика 2.4. Утицај издувних гасова из транспортних средстава	22
Слика 2.5. Учешће у саобраћајним незгодама према врсти учесника и последицама (извор: IRU, 2007, стр. 15)	24
Слика 2.6. Дијаграм укупних друштвених (интерних и екстерних) трошкова (прилагођено на основу: Button et al., 2010; Ranaiefar, Regan, 2011; Riley, 2016).....	28
Слика 2.7. Илустрација цена без и са интернализованим ЕТ	30
Слика 2.8. Најважније негативне екстерналије у теретном транспорту (прилагођено на основу: Demir et al., 2015, стр. 97)	32
Слика 2.9. Просечни ЕТ-и по видовима теретног транспорта (извор: van Essen et al., 2011, стр. 9)	34
Слика 2.10. ЕТ-и по видовима транспорта (извор: van Essen et al., 2011, стр. 12).....	41
Слика 2.11. Укупни ЕТ-и по видовима транспорта у 2016. години у ЕУ28 државама (без саобраћајних загушења) (извор: van Essen et al., 2019, стр. 127).....	41
Слика 2.12. Основни кораци и резултати примене алата КЕТ1.0 (прилагођено на основу: Стојановић et al., 2017, стр. 5).....	44
Слика 3.1. Функционални оквири УЛ-е (на основу: Cardenas et al., 2017, стр. 31 и 32). 48	
Слика 3.2. Кључни субјекти у УТТ-у (извор: Taylor, 2006, стр. 5)	49
Слика 3.3. Актери и остале интересне групе УЛ-е и њихова међусобна повезаност (Ballantyne et al., 2013, стр. 99).....	49
Слика 3.4. Области одрживог развоја (извор: IUCN, 2005, стр. 5).....	52
Слика 3.5. Циљеви УЛ-е (вертикално) и критеријуми за евалуацију (хоризонтално) (извор: Taniguchi, 2015, стр. 52).....	55
Слика 3.6. Комбинација три групе решења одрживог УТТ-а (извор: Quak, 2011, стр. 39)	57

Слика 3.7. Оквир за структурисање иницијатива УЛ-е (извор: Tadić, Zečević, 2016a, стр. 246).....	59
Слика 3.8. Класификација регулатива и мера за смањење ЕТ-а УТТ-а (извор: Timilsina, Dulal, 2011, стр. 5)	62
Слика 3.9. Традиционални приступ (лево) у односу на приступ консолидованих теретних токова (десно) у градском подручју (прилагођено на основу: Allen et al., 2014; Correia et al., 2012; Quak, 2008).....	65
Слика 3.10. Однос трошкова и ризика за различите врсте ноћних достава (извор: Holguín-Veras et al., 2012, стр. 37).....	73
Слика 4.1. Петостепени модели УТТ-а (извор: Comi et al., 2014, стр. 167).....	87
Слика 4.2. Класификација модела потражње за теретним транспортом (извор: Nuzzolo et al., 2013, стр. 152)	89
Слика 4.3. Систем модела за процену утицаја иницијатива УЛ-е (извор: Nuzzolo et al., 2010, стр. 6).....	90
Слика 5.1. Структура другог дела докторске дисертације (прилагођено на основу: Ćićak, 2003, стр. 23).....	106
Слика 5.2. Поступак развоја и примене модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а и процену утицаја УКЦ решења	110
Слика 5.3. Алгоритам модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а	112
Слика 5.4. Веза између структуре и-ц матрица и врсте урбаних теретних токова.....	116
Слика 5.5. Теретни токови у градском подручју без (лево) и са (десно) увођењем УКЦ-а	122
Слика 5.6. Начин трансформације и-ц матрица због увођења УКЦ-а	122
Слика 6.1. Географски положај Новог Сада (извор: ЈП Урбанизам, 2004, стр. 22).....	142
Слика 6.2. Мрежа путева који повезују Нови Сад са околином (извор: ЈП Урбанизам, 2004, стр. 25).....	143
Слика 6.3. Постојећа и планирана рестриктивна зона за теретна возила у Новом Саду	143
Слика 6.4. Приказ поделе градског подручја на саобраћајне зоне (лево) и саобраћајне дистрикте (десно)	144
Слика 6.5. Однос изворних, циљних и транзитних теретних токова у Новом Саду у току једног дана (извор: Veličković et al., 2014, стр. 313)	145
Слика 6.6. Приказ поделе градског подручја на саобраћајне дистрикте и доставне зоне	147

Слика 6.7. Приказ изабраних локација за увођење УКЦ-а	150
Слика 6.8. Кориснички интерфејс модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а са подешеним параметрима за тренутно стање УТТ-а у Новом Саду.....	154
Слика 6.9. Резултати АТВ компоненте модела за тренутно стање УТТ-а	155
Слика 6.10. Активност теретних возила у вршним периодима	155
Слика 6.11. Обим активности теретних возила, на дневном нивоу, у зависности од примењене варијанте привлачења теретних токова у УКЦ.....	158
Слика 6.12. Количина активности теретних возила градском подручју у зависности од предложеног УКЦ решења	161
Слика 6.13. Приказ процењених вредности ЕТ-а за различите опције консолидације теретних токова	163
Слика 6.14. Хијерархија за рангирање иницијатива УЛ-е према утицају на екстерне ефекте УТТ-а	165
Слика 6.15. Износ ЕТ-а (по категоријама) након примене концепта УКЦ + зоне забране кретања за ТТВ у различитим деловима града.....	170
Слика 6.16. Промена укупних ЕТ-а у односу на тренутно стање након примене концепта УКЦ + зоне забране кретања за ТТВ у различитим деловима града	171
Слика 6.17. Промена ЕТ-а саобраћајних загушења у односу на постојеће стање након примене концепта УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза.....	173
Слика 6.18. Утицај избора доставног возног парка УКЦ-а.....	176
Слика 6.19. Утицај примене концепта УКЦ + ноћне испоруке на укупне ЕТ-е друмског УТТ-а	178
Слика 6.20. Анализа варијансе за медијану вредности ЕТ-а у зависности од УКЦ опције (броја и локације УКЦ-а).....	182
Слика 6.21. Анализа варијансе за медијану вредности ЕТ-а у зависности од варијанте привлачења теретних токова у УКЦ	182
Слика 6.22. Анализа варијансе за медијану вредности ЕТ-а у зависности од броја иницијатива у УКЦ концепту	183
Слика 6.23. Осетљивост модела на промену просечног искоришћења носивости ЛДВ	184
Слика 6.24. Осетљивост модела на промену величине (укупне носивости) ЛДВ-а.....	184
Слика 6.25. Осетљивост модела на промену укупне количине терета	184

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1.1. Веза између истраживачких питања и примењених метода	10
Табела 2.1. Нивои саобраћајних загушења у зависности од односа протока саобраћаја и капацитета деонице (извори: Department for Transport [DfT], 2018; Nathanail, 2016)	20
Табела 2.2. Дозвољени ниво буке нових теретних возила у ЕУ према директиви Европског савета (Directive 70/157/EEC, 1970)	25
Табела 2.3. Значај негативних екстерналија у односу на вид транспорта (извор: Demir et al., 2015, стр. 99)	34
Табела 2.4. Јединични ЕТ-и теретних возила из различитих истраживања (прилагођено на основу: Demir et al., 2015, стр. 109)	38
Табела 2.5. Просечни ЕТ-и за друмски теретни транспорт за ЕУ28 државе (табела формирана на основу података из (van Essen et al., 2019))	39
Табела 2.6. ЕТ-и теретног транспорта 1990. године у Југославији (прилагођено на основу: Svetanović, Novaković, 1997, стр. 134)	42
Табела 3.1. Политичке иницијативе УЛ-е (извор: Cardenas et al., 2017, стр. 27)	59
Табела 3.2. Карактеристике УТТ-а које стварају негативне ефекте и иницијативе које се могу применити за смањење негативних екстерналија (извор: Browne et al., 2012, стр. 4)	60
Табела 3.3. Иницијативе УЛ-е према интересној групи заинтересованој за њихово спровођење (прилагођено на основу: Herzog, 2010, стр. 15)	61
Табела 3.4. Фактори на које утичу иницијативе за смањење ЕТ-а УТТ-а (прилагођено на основу: Ranieri et al., 2018, стр. 11)	63
Табела 3.5. Карактеристике теретних електричних возила (прилагођено на основу: Nesterova et al., 2013, стр. 21)	70
Табела 3.6. Предности и недостаци примене електричних карго бицикла (извор: Sheth et al., 2019, стр. 5)	72
Табела 3.7. УКЦ концепти значајни за смањење ЕТ-а УТТ-а	78
Табела 3.8. Примери УКЦ решења по земљама и врстама УКЦ-а (извор: Allen et al., 2012, стр. 482)	80
Табела 3.9. Практични примери УКЦ-а за градско подручје и остварени резултати	80
Табела 4.1. Преглед постојећих модела за планирање УТТ-а	93
Табела 4.2. Генерички модел за прорачун интерних и ЕТ-а интермодалног и друмског транспорта (извор: Janić, 2007, стр. 37)	97

Табела 4.3. Примењене методе и модели и намена алата развијених у оквиру <i>NOVELOG</i> пројекта (табела обликована од стране аутора дисертације на основу: Aditjandra et al., 2016; Halatsis et al., 2016; Nathanail et al., 2016)	100
Табела 5.1. Врсте иницијалних параметара модела.....	115
Табела 5.2. Врсте параметара УЛ-е	121
Табела 6.1. Растојање од улазних тачака у градско подручје $i \in 1, \dots, m$ до центроида доставних зона $j \in 1, \dots, n$ (изражена у km)	148
Табела 6.2. Основни подаци о потенцијалним локацијама УКЦ-а	149
Табела 6.3. Резултати ПЕТ компоненте модела за тренутно стање УТТ-а	156
Табела 6.4. Резултати прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а за различите опције и варијанте привлачења теретних токова у УКЦ, изражено у [1.000 €/год.].....	158
Табела 6.5. Активност теретних возила за тренутно стање УТТ-а (лево) и за различите опције консолидације (десно) [1.000 vkm]	160
Табела 6.6. Резултати прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а за случајеве примене више од једног УКЦ-а [1.000 €/год.]	161
Табела 6.7. Резултати рангирања додатних иницијатива за УКЦ концепте по релативном значају за смањење негативних ефеката УТТ-а	166
Табела 6.8. Приказ изабраних УКЦ концепата и идентификација директног утицаја на ЕТ-е друмског УТТ-а	167
Табела 6.9. Промена укупних ЕТ-а у односу на тренутно стање за различите концепте УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза	174
Табела 6.10. Процентуална промена ЕТ-а према врсти утицаја негативне екстерналије услед примене електричних ЛДВ-а за транспорт терета из УКЦ-а	177
Табела 6.11. Вредности медијане промене ЕТ-а у односу на тренутно стање у зависности од броја и комбинације изабраних иницијатива (изражене у 1.000 €/год.).....	179
Табела 6.12. Резултати анализе корелације између броја примењених иницијатива у УКЦ концептима и вредности ЕТ-а (приказане су вредности медијане промене ЕТ-а услед различитих сценарија увођења иницијатива)	181
Табела 6.13. Резултати анализе варијансе фактора број иницијатива, УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова у УКЦ	182
Табела 6.14. Промена ЕТ-а друмског УТТ-а услед примене УКЦ иницијативе.....	187
Табела 6.15. Резултати анализе утицаја различитих УКЦ концепата, опција и варијанти (највеће смањење, средња вредност и највеће повећање у односу на тренутно стање, изражено у %).....	188

Табела 6.16. Упоредни приказ резултата добијених на основу мишљења експерата и резултата прорачуна утицаја различитих решења УЛ-е 192

Табела 6.17. Утицај (фактори повећања) узимања у обзир свих категорија ЕТ-а 193

СПИСАК СКРАЋЕНИЦА

Скраћеница	Значење
АТВ	Активност теретних возила
БДП	Бруто друштвени производ
ЕТ	Екстерни трошкови
ИТ	Информационе технологије
ПЕТ	Прорачун екстерних трошкова
СУЛ	Сценарио урбане логистике
УЛ	Урбана логистика
УТТ	Урбани теретни транспорт
Ф1 УТТ	Фаза 1 урбаног теретног транспорта
Ф2 УТТ	Фаза 2 урбаног теретног транспорта

РЕЗИМЕ

Негативни ефекти саобраћаја и транспорта, као што су саобраћајна загушења, загађење ваздуха, климатске промене, саобраћајне незгоде, бука и слично, негативно утичу на животну средину, добробит и здравље људи. С тим у вези, у последње две деценије учињен је значајан напор да се развије концепција екстерних трошкова (ЕТ-а), односно начин новчаног изражавања негативних ефеката транспорта. О значају ове теме довољно говори процена да укупни ЕТ-и саобраћаја и транспорта чине око 6,6% БДП-а у ЕУ. У бројним претходним истраживањима показано је да значајан удео у стварању негативних ефеката транспорта има теретни транспорт. Такви ефекти посебно долазе до изражаја у градским подручјима, где је потражња за теретним транспортом повезана са великом концентрацијом становништва, а реализација теретних токова повезана је са инфраструктуром ограниченог капацитета. Такође, посебно се издваја удео друмског, као доминантног вида теретног транспорта у градским подручјима.

Савремени приступ развоју урбане логистике (УЛ-е) подразумева узимање у обзир негативних ефеката урбаног теретног транспорта (УТТ-а) при доношењу одлука. Стога, расте потреба за моделима који пружају подршку у анализи ефеката кретања теретних возила у градовима и утицаја примене иницијатива и концепата УЛ-е, овде названим „решења УЛ-е“, на промену ЕТ-а. Међутим, у литератури није посвећено много пажње моделирању ЕТ-а УТТ-а, а посебно у контексту процене ефеката примене решења УЛ-е. Такође, процене ЕТ-а УТТ-а често су оскудне у погледу свеобухватности обухваћених категорија. То су били основни мотиви за истраживање у овој докторској дисертацији. Иницијатива УЛ-е која је привукла највећу пажњу експерата, у научним и стручним круговима, односи се на примену урбаних консолидационих центара (УКЦ-а). УКЦ-и практично обликују системе дистрибуције робе у градском подручју које опслужују. Они се могу применити самостално или заједно са бројним другим иницијативама УЛ-е (на пример, возила на алтернативни погон, доставе ван радног времена и тако даље), чиме се формирају различити концепти УЛ-е, овде названи „УКЦ концепти“. Поред тога, УКЦ иницијативе и УКЦ концепти названи су једним именом „УКЦ решења“. Стога су **предмет истраживања** ове докторске дисертације ЕТ-и друмског УТТ-а, као најзначајнијег елемента система дистрибуције робе у градском подручју и могућности њиховог моделирања применом УКЦ-а, самостално или комбиновањем са другим иницијативама УЛ-е.

Основни циљ истраживања је да се, применом квантитативних и квалитативних научних метода и техника, уоче ограничења малобројних постојећих модела ЕТ-а друмског УТТ-а и да се развије нови аналитички модел за прорачун ЕТ-а, који узима у

обзир утицај примене УКЦ-а, самостално или у комбинацији са другим иницијативама УЛ-е. Истраживањем обимне литературе, која се односи на најсавременија теоријска сазнања и најбољу праксу у области истраживања, утврђено је да постоји потреба за интеграцијом ове три димензије. Том приликом, идентификована су ограничења постојећих модела за прорачун ЕТ-а транспорта. У том смислу, **научни допринос** ове докторске дисертације је нови аналитички модел који, применом математичког моделирања, технике аналитичког хијерархијског процеса и „шта-ако“ анализе, омогућава прорачун ЕТ-а УТТ-а, без и са применом различитих УКЦ решења. Предложени модел састоји се из три компоненте. Прва (опциона) компонента намењена је за дефинисање и избор повољних УКЦ решења и обликовање конкретних сценарија везаних за њихову примену. Такви сценарији подразумевају варијације по питању броја и локације УКЦ-а, количине терета који се допрема у УКЦ, као и броја и врсте додатних иницијатива у УКЦ концептима. Друга компонента бави се проценом активности теретних возила, узимајући у обзир транспортну тражњу и ефекте одабраних УКЦ решења и сценарија на перформансе УТТ-а. Трећа компонента служи за прорачун ЕТ-а. За разлику од постојећих модела, који омогућавају процену само појединих категорија ЕТ-а, у дисертацији је предложен модел који узима у обзир све основне (примарне) и неколико секундарних категорија ЕТ-а транспорта. Такав модел омогућава анализу утицаја одабраних УКЦ решења на смањење ЕТ-а УТТ-а. У циљу верификације, предложени модел примењен је на студији случаја и извршена је анализа осетљивости.

Добијени резултати омогућавају упоредну анализу ЕТ-а пре и након примене различитих УКЦ решења. На тај начин је утврђено да применом УКЦ-а могу да се смање ЕТ-и друмског УТТ-а, али и да УКЦ-и и повезани концепти нису априори повезани са смањењем ЕТ-а, у односу на стање без њих. Математичком и статистичком анализом резултата, уочен је значајан утицај локације и броја УКЦ-а, броја додатних иницијатива у УКЦ концептима, врсте иницијатива и начина њихове примене у градском подручју на ЕТ-е друмског УТТ-а. На добијене резултате утиче и степен привлачења теретних токова из постојећих канала дистрибуције робе у УКЦ-е. У том смислу, потврђен је значај поступка моделирања ЕТ-а за доношење одлука у УТТ-у и процесу обликовања логистичке концепције. **Допринос дисертације у практичном смислу** представља предлог алата који стручњаци, применом „шта-ако“ анализе ЕТ-а у УТТ-у, могу да користе као подршку у процесу планирања и обликовања УКЦ решења у контексту одрживог развоја градова.

Полазна хипотеза је потврђена и постигнути су истраживачки циљеви. Будућа истраживања би требало да буду усмерена ка превазилажењу идентификованих ограничења, а пре свега ка интеграцији са моделима за прорачун интерних трошкова и омогућавању анализе утицаја иницијатива УЛ-е на укупне друштвене трошкове.

ABSTRACT

The harmful impact of transportation, such as congestion, air pollution, climate change, accidents, noise, etc. negatively affect the environment, human well-being and health. In this regard, in the last two decades, a significant effort has been made to develop the concept of external costs (ECs) of transportation, i.e. monetary expression of negative (external) effects of transportation. The importance of this topic is underlined by the estimation that the total ECs of transportation makes about 6.6% of GDP in the EU. Many previous studies have shown that freight transport has a significant share in negative effects of transport. Such effects are especially severe in urban areas, where the demand for goods is associated with a large concentration of population and the realization of freight flows with limited capacity infrastructure. Also, there is a high share of road transport, as the dominant mode of freight transport in urban areas.

The modern approach to the development of urban logistics (UL) often emphasizes the importance of taking into account the negative effects of urban freight transport (UFT). Therefore, there is a growing need for models that provide support in the analysis of the urban freight transport activity effects and the impact of the introduction of UL initiatives and concepts, expressed by the change of ECs. However, not much attention has been paid in the literature to the modelling of UFT ECs, especially to the impact of the introduction of different UL solutions on UFT ECs. Also, UFT ECs estimates are often scarce in terms of the comprehensiveness of the categories covered. These were the basic motives for the research in this doctoral dissertation. Urban Consolidation Centers (UCCs) are the UL initiative that has attracted the most attention from experts in scientific and professional circles. UCCs practically design the systems of distribution of goods in the urban area they serve. UCC solutions can involve independent or combined application of UCCs with a number of other UL initiatives (for example, alternatively-fuelled vehicles, off-hour deliveries, etc.), thus forming different UCC concepts. Moreover, UCC initiative and UCC concepts are here denoted as “UCC solutions”. Therefore, **the subject of research** of this doctoral dissertation are ECs and road UFT, as the most important element of urban goods distribution system, and possibilities of their modeling by introducing UCC, as single initiative or combined with other UL initiatives.

The main goal of the research is to identify the shortcomings of the few existing models for estimating the road UFT ECs and to develop a new analytical model, which integrates transport modelling, UFT ECs estimation and planning of the implementation of UCC solutions, by using quantitative and qualitative methods and techniques. Extensive literature research, which refers to the most modern theoretical knowledge and best practice in the field of research, has confirmed that there is a need for an integrated approach to these three dimensions. Thus, the

shortcomings of existing models for calculation of transportation ECs were identified. Therefore, the scientific contribution of this doctoral dissertation is a new analytical model which, enables the calculation of UFT ECs, without and with the introduction of UCC solutions, by applying mathematical modeling, analytical hierarchical process techniques and "what-if" analysis. The proposed model consists of three components. The first (optional) component is used to define and select favorable UCC solutions and to shape specific scenarios related to their application. Such scenarios include variations in the number and location of UCC, the amount of freight flows delivered to the UCC, as well as the number and types of additional initiatives in the UCC concepts. The second component deals with the modelling of freight vehicle activities, by taking into account transport demand and the effects of the application of selected UCC solutions and scenarios on the performance of UFT. The third component is used for ECs calculation. Unlike the existing models, which allow the assessment of only certain categories of ECs, the dissertation proposes a model that takes into account all basic (primary) and several secondary categories of transportation ECs. As such model allows analysis of the selected UCC solutions impacts on ECs reduction. For verification purposes, the proposed model was applied to a case study and the sensitivity analysis is conducted.

The obtained results enable a comparative analysis of ECs, before and after the introduction of different UCC solutions. In this way, it was determined that the application of UCC can reduce the ET and road UTT, and that the application of UCC and related concepts is not a priori associated with a decrease in ECs compared to the current state without them. Mathematical and statistical analysis of the results showed a significant impact of the location and number of UCCs, the number of additional initiatives in UCC concepts, types of initiatives and the ways of their application in the urban area to the road UFT ECs. The obtained results are also influenced by the degree of attraction of freight flows from the existing goods distribution channels to the UCC. In this sense, the importance of the ECs modelling process has been confirmed, for decision making in UFT and for the process of shaping the logistics concepts. The contribution of the dissertation in practical terms is a proposal of the tool that experts can use as a support in the process of planning and shaping UCC solutions in the context of sustainable development by applying the "what-if" analysis of ECs in UFT.

The initial hypothesis was confirmed and the research goals were achieved. Future research should focus on overcoming the identified limitations, and above all, towards integration with models for the calculation of internal costs and towards enabling the analysis of the impact of UL initiatives on total social costs.

1. УВОД

Важна ствар је да не престанеш да питаш. Радозналост има свој разлог због ког постоји.

Алберт Ајнштајн (1879 – 1955. године)

1.1. Полазне основе, области и предмет истраживања

Градови представљају урбана подручја у којима се јавља велика концентрација људи, као и економских и друштвених активности. Ове активности стварају потребу за кретањем људи и терета. Међутим, велика густина насељености доводи до тога да се захтеви за кретањем реализују на ограниченом простору и коришћењем инфраструктуре ограниченог капацитета. Због тога, настају бројни изазови и проблеми са којима се данашњи градови суочавају. Значајан део њих односи се на негативне ефекте (негативне екстерналије) које ствара кретање, односно саобраћај и транспорт (на пример, саобраћајна загушења, загађење ваздуха и климатске промене, саобраћајне незгоде, бука и тако даље).

Негативни ефекти утичу на то да учесници у саобраћају и транспорту, али и остали субјекти у окружењу, морају да предузимају кораке за отклањање последица, што ствара трошкове. Такви трошкови могу бити интерни (када падају на терет оног ко их ствара), или екстерни (када падају на терет трећих лица). Интерни (приватни) трошкови основни су чинилац оптимизације пословања, па су због тога предмет бројних истраживања у прошлости. Међутим, екстерне трошкове (ЕТ-е) економско тржиште не препознаје, због чега су дуго били у сенци интерних трошкова. Данас, у време подизања свести о значају друштвеног и еколошког утицаја, ЕТ-и све су интересантнији за научна истраживања и све чешће се укључују у практичне анализе трошкова и користи. Њихов значај потврђују следеће процене: укупни ЕТ-и саобраћаја и транспорта чине око 6,6% БДП-а ЕУ-е, при чему је најзначајнија категорија саобраћајних незгода са учешћем од 29%, па саобраћајна загушења 27%, промена климе и загађење ваздуха заједно 14%, бука 7%, производња и експлоатација горива 5% и нарушавање животне средине 4% (van Essen et al., 2019). Што је више људи изложено ризику и негативном утицају, то су већи и последични ЕТ-и. Због тога су ЕТ-и израженији у урбаном, у односу на рурална подручја (Mayeres et al., 2001).

ЕТ-е саобраћаја и транспорта тешко је прецизно одредити из више разлога - отежано квантитативно вредновање негативних ефеката, непостојање тржишне вредности ефеката и отежана расподела према географском подручју и врсти транспорта. Због тога је веома важно да се уложи значајан напор како би процене биле, што је више могуће, меродавне. Опсежне студије које су до данашњег дана спроведене дале су резултате и

значајно повећале степен тачности процене одређених категорија ЕТ-а (на пример, саобраћајна загушења, загађење ваздуха, бука и тако даље), док је за неке друге категорије (на пример, загађење воде и земљишта, штета која се наноси пејзажу и природи, визуелне сметње и тако даље) непрецизност процене и даље велика. Иако, са једне стране, непрецизност процене ЕТ-а транспорта може бити велика, са друге стране, важно је предузимати кораке ка унапређењу постојећих и моделирању нових метода њиховог прорачуна. Благовремени развој и примена таквих модела, не би требало да се избегава или успорава, због мањкавости постојећих методологија процене и вредновања екстерних ефеката и трошкова.

Планирање саобраћаја и транспорта у градским подручјима традиционално је фокусирано на кретање људи. Један од главних разлога за такво усмеравање фокуса је комплексност система, услед великог броја видова и начина транспорта, извора и циљева кретања, количине и различитости токова (Rodrigue, 2020). Због тога је раније, при планирању саобраћаја и транспорта у градовима, дистрибуција робе често занемаривана. Данас јој се посвећује све већа пажња и истиче се њен значај и улога у укупном саобраћају и транспорту. При томе, посебан акценат ставља се на транспорт, који представља најзначајнији део система дистрибуције робе. Често се, заједно са робом, транспортују материјали и опрема, који су неопходни за функционисање система дистрибуције робе. Све ово представља терет, који се премешта од извора, што су по правилу неки дистрибутивни центри, до места потрошње, где се генеришу захтеви. У оквиру ове докторске дисертације, предмет изучавања биће премештање комплетног терета у каналима дистрибуције робе, те ће се због тога користити термин урбани теретни транспорт (УТТ)¹.

Нека истраживања (Dablanc, 2007) су показала да теретни транспорт има између 20% и 30% удела у укупним оствареним возило километрима у градским подручјима. Поред тога, када се посматрају негативни ефекти, удео УТТ-а може бити и већи. По питању утицаја на животну средину, може се нагласити да се у УТТ-у емитује између 16% и 50% штетних материја (у зависности од посматране штетне материје) (Dablanc, 2007). Такође, ако се посматра из угла просторног планирања, процењује се да за транспорт терета и логистику намењено у просеку 3-5% градског простора (Macharis, Melo, 2011), али и да теретна возила заузимају 20-40% простора намењеног за кретање моторних возила.

¹ Поред транспорта, систем дистрибуције робе обухвата и складиштење, управљање залихама, комисионирање, паковање, размену информација и друге процесе и активности који се спроводе да би се остварио циљ логистички циљ 7П (права роба, у право време, на правом месту, у правом облику и количини, по правој цени и правом примаоцу).

У највећем броју градова у свету, друмски транспорт представља доминантни вид теретног транспорта (Cardenas et al., 2017; Cherrett et al., 2012; MDS Transmodal, 2012). Разлози за то су инфраструктурна повезаност и релативно кратка транспортна растојања (Allen et al., 2007). Због тога се друмски транспорт издваја по негативним ефектима у односу на остале видове транспорта. Друмска теретна возила представљају фактор који значајно доприноси настанку саобраћајних загушења у градовима (Crowley et al., 1975; Yannis et al., 2006). У градским подручјима ова возила посматрају се и као штетни ентитети, са просечно 5-10% учешћа лаких и 10-15% учешћа тешких теретних возила у саобраћајним незгодама (Schoemaker et al., 2006). Посебно се истичу веће последице саобраћајних незгода у којима су учествовала тешка теретна возила. Због кључне улоге у видовној распдели и значајних негативних ефеката у градским подручјима, истраживање у овој докторској дисертацији фокусирано је на друмски вид УТТ-а.

Јасно је да развој савремених градова није могуће замислити без квалитетног и ефикасног система урбане дистрибуције робе. Такав систем треба да задовољава потребе за премештањем терета у, из, кроз и унутар града, а да притом не ствара значајан негативни утицај на друштво и животну средину. Урбани дистрибутивни системи типично су бројни и независни. Један снабдевач или група снабдевача доставља своје производе потрошачима, најчешће друмским возилима за сопствене потребе или коришћењем спољних превозника. Међутим, у оквиру истих сектора могуће је да се удруживањем и развијенијим облицима колаборативног повезивања изврши обједињавање и реструктурирање дистрибутивних мрежа на подручју града и тиме умање ЕТ-и друмског УТТ-а. Да би се негативни ефекти (друмског) УТТ-а умањили и да би се поспешео одрживи развој градских подручја, прибегава се интегрисаном планирању логистике. С тим у вези, развијена је посебна интердисциплинарна област², под називом урбана логистика (УЛ; енгл. *City Logistics*) (Taniguchi et al., 1999). Одрживи приступ УЛ-е, између осталог, има за циљ системско, непрекидно и дугорочно смањење негативних ефеката УТТ-а, уз задовољење потражње за робом. Једно од основних питања које из тога произилази је: Како планирати систем дистрибуције робе у градским подручјима да би се ЕТ-и (друмског) УТТ-а смањили? У потрази за одговором на ово питање развијене су бројне иницијативе и концепти, односно решења УЛ-е, чији је један од циљева смањење ЕТ-а. Због тога је посебно значајно да се доносиоцима одлука омогући да, на

² Због конзистентности терминологије, у складу са претходним истраживањима на српском језику (Tadić, 2014), урбана логистика у овој докторској дисертацији посматра се као научна област. Важно је нагласити, да се под термином „научна област“, не подразумева класификација према актуелном Закону о науци и истраживањима (Службени гласник РС, 2019), већ одређена област која се изучава у научним истраживањима.

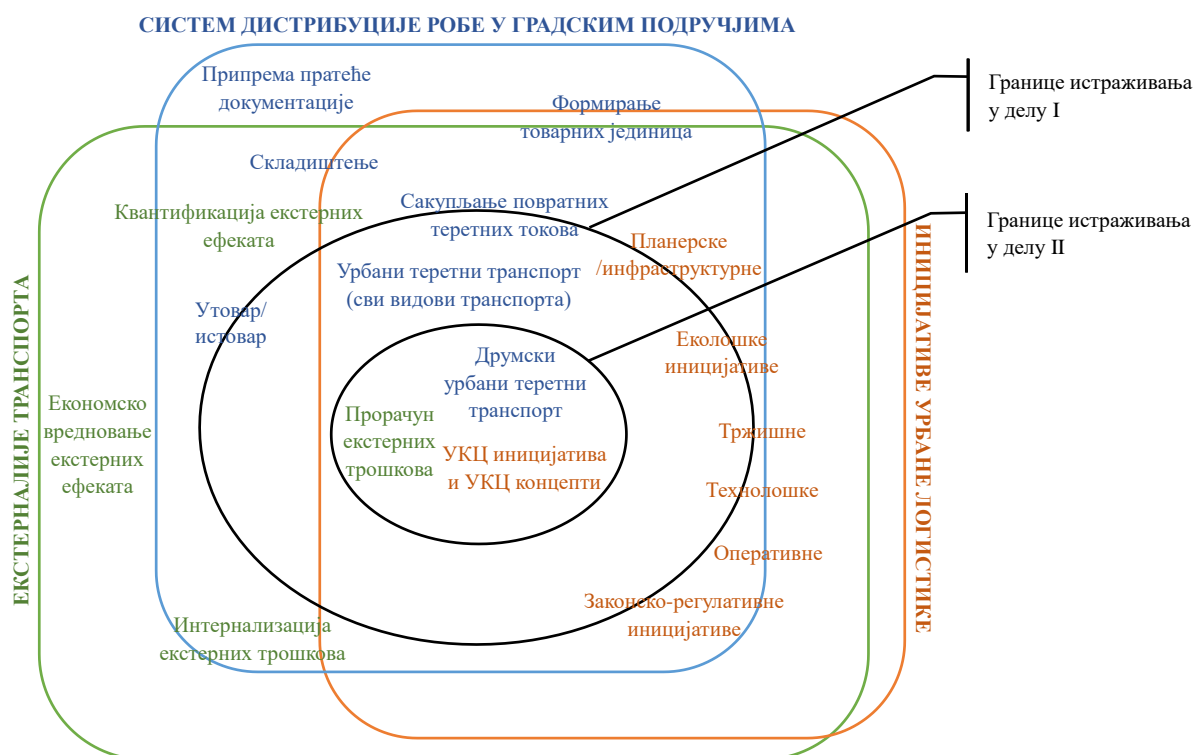
брз и једноставан начин, могу да утврде какав је утицај планираних иницијатива и концепата УЛ-е у том смислу.

Урбани консолидациони центри (УКЦ-и) представљају иницијативу УЛ-е која је привукла највећу пажњу експерата, у научним и стручним круговима, у претходном периоду. Преусмеравањем теретних токова у УКЦ, постојећи токови се трансформишу и групишу. На тај начин, УКЦ-и утичу на реструктурисање постојећих и структурисање нових система дистрибуције робе. Према томе, УКЦ-и практично обликују системе дистрибуције робе у градском подручју које опслужују. Самостална или заједничка примена УКЦ-а са бројним другим иницијативама УЛ-е (на пример, возила на алтернативни погон, доставе ван радног времена и тако даље), формира различите УКЦ концепте. У овој дисертацији, логистичке иницијативе и логистички концепти зваће се једним именом „УКЦ решења“. Штавише, ефикасно увођење неких других иницијатива УЛ-е, као што је примена теретних возила на алтернативни погон, често захтева постојање претоварног објекта, као што је УКЦ, у релативној близини (градског) подручја које се опслужује.

Проблематика описана у претходном тексту повезана је са три веома широке истраживачке области: негативне екстерналије транспорта, системи дистрибуције робе у градским подручјима и иницијативе урбане логистике. Ове области су међусобно повезане и у одређеним сегментима се преклапају (слика 1.1). Због тога је ово истраживање подељено у два дела, а фокус је сужен на најзначајније делове ових области, које су директно повезане са описаним проблемом. Први део, који подразумева утврђивање теоријске основе, има нешто шире границе. Границе другог дела истраживања, које обухвата развој модела и његову практичну примену, уже су дефинисане због комплексности проблематике. У заокруженим границама спроведена је даља претрага литературе, са циљем идентификовања ограничења тренутног знања, предлагања и предузимања корака за њихово отклањање.

У складу са изложеним сазнањима, областима и границама истраживања, дефинисан је предмет истраживања.

Предмет истраживања ове докторске дисертације су ЕТ-и друмског УТТ-а, као најзначајнијег елемента система дистрибуције робе у градском подручју и могућности њиховог моделирања применом УКЦ-а самостално или комбиновањем са другим иницијативама УЛ-е.



Слика 1.1. Области и границе истраживања докторске дисертације

1.2. Мотиви истраживања

Да би се донела одлука о томе какво решење УЛ-е треба да се примени у одређеном градском подручју, прибегава се коришћењу различитих модела, пре свега транспортних и економских модела. Користи које друштво и становници једног града имају, у смислу смањења негативних ефеката УТТ-а, нису изражене у новчаним вредностима ни у једном постојећем моделу (Björklund et al., 2017). У том смислу, аналитички модели за прорачун ЕТ-а друског УТТ-а могу да служе као веома користан алат и подршка процесу одлучивања. Међутим, истраживањем литературе о аналитичким моделима за прорачун ЕТ-а и њиховој примени за процену утицаја решења УЛ-е на ЕТ-е УТТ-а, уочена су одређена ограничења:

- постојећи модели трошкова транспорта углавном се базирају на моделирању интерних (приватних) трошкова (на пример, Janjevic, 2016), због чега су ЕТ-и или потпуно занемарени или им се не посвећује довољна пажња;
- веома мали број радова бави се новчаном квантификацијом утицаја УКЦ иницијативе на ЕТ-е УТТ-а, што је препознато у (Björklund et al., 2017), а самим тим и развојем генеричких аналитичких модела за прорачун ЕТ-а (друског) УТТ-а, при чему се такви модели развијају индивидуално, без интегрисаног

приступа са транспортним моделима, који подразумевају моделирање узрочника настанка ЕТ-а (на пример, Janić, 2007);

- у литератури се, као један основних утицаја примене УКЦ-а, често наводи смањење негативних ефеката и ЕТ-а УТТ-а. Међутим, приликом моделирања као у (Papoutsis et al., 2018), ретко се разматра значај других иницијатива у укупним ефектима примењеног УКЦ концепта. При томе, врло често се не узимају у обзир све, већ само одређене негативне екстерналије. Најчешће су то ЕТ-и загађења ваздуха, промене климе и буке (Janjević, 2016). Поставља се питање, ако би се развио модел који узима у обзир специфичности УТТ-а и има свеобухватнији приступ у квантификавању ЕТ-а, на који начин би комбинација иницијатива утицала на ЕТ-е УТТ-а?

Уочена ограничења у литератури представљала су основни мотив за покретање истраживања које је спроведено и приказано у овој докторској дисертацији. С обзиром на обим и значај проблематике, а у складу са уоченим ограничењима постојеће литературе, у наставку су дефинисане основна хипотеза и истраживачка питања.

1.3. Основна хипотеза и истраживачка питања

У складу са идентификованим ограничењима у расположивој литератури, која се бави проучавањем проблематике описане у тачки 1.1, приступа се дефинисању основне хипотезе истраживања и истраживачких питања.

Основна хипотеза која се испитује заснива се на дефинисаној области, предмету и мотивима истраживања. Основна хипотеза гласи:

Најбољи ефекти, у смислу смањења укупних ЕТ-а теретног транспорта у градским подручјима, постижу се комбинацијом различитих иницијатива УЛ-е, при чему централну улогу имају УКЦ-и.

Да би се испитивање овако обликоване основне хипотезе спровело на свеобухватан начин, дефинисана су истраживачка питања, на које резултати дисертације треба да дају одговоре.

У радовима појединих аутора препознато је да модели за прорачун ЕТ-а транспорта морају значајно да се унапреде у будућем периоду, по питању прецизности са једне и по питању специфичности примене са друге стране (Ortolani et al., 2009). Простор за унапређење, у смислу развоја општег модела за прорачун ЕТ-а УТТ-а, могао би да се

утврди идентификацијом ограничења постојећих модела. Ту се, пре свега, мисли на утврђивање специфичних фактора, у свакој истраживачкој области (слика 1.1 на страни 5), од којих зависи количина ЕТ-а УТТ-а. Ту се, пре свега, мисли на специфичности УТТ-а (на пример, врста теретног возила, степен искоришћења товарног капацитета возила и слично). Такође је важно идентификовати специфичности решења УЛ-е (на пример, УКЦ-и, ноћне испоруке, електрична теретна возила и слично). На крају, треба идентификовати и специфичности градског подручја (на пример, величина града, густина насељености и слично). У складу са овим, може се обликовати прво истраживачко питање.

Истраживачко питање 1 (ИП-1) гласи: Да ли су постојећи аналитички модели за прорачун ЕТ-а транспорта погодни за процену утицаја решења УЛ-е на ЕТ-е теретног транспорта у градским подручјима, односно да ли постоји простор за њихово унапређење?

Примери примене УКЦ-а у пракси су бројни, а велики број њих односи се на мале и средње градове (на пример, Падова у Италији, Касел у Немачкој, Ла Рошел у Француској, Бристол у Уједињеном Краљевству, Худинг у Шведској и тако даље). Међутим, многи практични покушаји примене ове иницијативе били су неуспешни (Allen et al., 2012; Vahrenkamp, 2016; van Duin et al., 2010). Штавише, често изостаје свеобухватна и комплетна процена утицаја примене УКЦ-а на ЕТ-е у друмском УТТ-у. Зато се може претпоставити да изостанак или погрешна процена таквог утицаја, може да буде један од разлога доношења погрешних одлука и неуспеха УКЦ иницијативе. На основу ове претпоставке формулисано је друго истраживачко питање.

Истраживачко питање 2 (ИП-2) гласи: Да ли се применом УКЦ-а остварују побољшања у смањењу ЕТ-а теретног транспорта у градским подручјима?

У литератури се углавном наводи да УКЦ смањује број возила и пређених возило километара у граду (Allen et al., 2012). Међутим, такве процене углавном се односе само на тешка теретна возила или само на централно градско језгро. У том смислу, непознато је какви су укупни ефекти иницијативе на број и активност лаких теретних возила и на целокупно градско подручје. Према томе, утицај УКЦ-а на негативне ефекте и ЕТ-е УТТ-а може да буде значајно другачији. Такав утицај зависи од различитих фактора (броја и локације УКЦ-а, количине терета који УКЦ привлачи и слично). Због тога се из ИП-2 могу издвојити два повезана (помоћна) истраживачка питања, на које ће се одговор пружити таквом анализом.

Истраживачко питање 2.1 (ИП-2.1) гласи: Какав је утицај увођења УКЦ-а, на ЕТ-е теретног транспорта у градским подручјима?

Истраживачко питање 2.2 (ИП-2.2) гласи: Какав је утицај броја уведених УКЦ-а на ЕТ-е теретног транспорта у градским подручјима?

Додатне иницијативе УЛ-е могу значајно утицати на ефикасност примењеног УКЦ решења. Ако се посматра са аспекта ЕТ-а УТТ-а, неке додатне иницијативе могу бити посебно значајне. У до сада публикованим радовима често се анализира, на пример, примена еколошки прихватљивих возила за испоруку робе из УКЦ-а (Nesterova et al., 2013). Међутим, није истражена веза између броја и врсте таквих додатних иницијатива у УКЦ решењима и ЕТ-има УТТ-а. Штавише, без примене одговарајућег алата тешко је сагледиво какви ће бити резултати комбиноване примене додатних иницијатива УЛ-е у УКЦ концепту. На основу тога поставља се треће истраживачко питање.

Истраживачко питање 3 (ИП-3) гласи: Како број и врста примењених иницијатива у УКЦ решењима утиче на екстерне ефекте и ЕТ-е теретног транспорта у градским подручјима?

Одговори на постављена истраживачка питања захтевају квалитативни или комбиновани квалитативно-квантитативни приступ истраживању. Методе које су у том смислу примењене детаљније су описане у тачки 1.5.

На темељима основне хипотезе и постављених истраживачких питања приступа се дефинисању циљева и задатака истраживања.

1.4. Циљеви и задаци истраживања

У складу са основном хипотезом, дефинисан је и основни циљ који гласи:

Основни циљ истраживања је да се, применом квантитативних и квалитативних научних метода и техника, уоче ограничења малобројних постојећих модела ЕТ-а друмског УТТ-а и да се развије нови аналитички модел за прорачун ЕТ-а, који узима у обзир утицај примене УКЦ-а, самостално или у комбинацији са другим иницијативама УЛ-е.

Велики број потенцијалних УКЦ концепата отежава посао доносиоцима одлука о њиховој практичној примени у градским подручјима. Разлог за то је што су потенцијални

ефекти веома тешко сагледиви, без примене одговарајућих алата. Развојем новог модела, који омогућава једноставну процену утицаја ових решења УЛ-е на ЕТ-е друмског УТТ-а, доносиоцима одлука се омогућава приступ информацијама које могу бити веома корисне за доношење одговарајуће одлуке. Такав модел посебно је погодан за примену у процесу доношења стратешких и тактичких одлука о примени УКЦ-а.

Да би се основни циљ истраживања достигао, треба дефинисати и предузети активности за достизање следећих појединачних циљева (ПЦ):

- ПЦ-1. Систематизовати и концизно приказати расположива сазнања о негативним ефектима и ЕТ-има УТТ-а, са посебним акцентом на специфичности друмског вида транспорта;
- ПЦ-2. Систематизовати и концизно приказати расположива сазнања о иницијативама и концептима УЛ-е, чијом применом се ЕТ-и друмског УТТ-а могу смањити, са посебним акцентом на УКЦ-е;
- ПЦ-3. Идентификовати главне специфичности и ограничења расположивих модела у литератури и утврдити јасно простор за њихово унапређење;
- ПЦ-4. Предложити нови модел за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, који унапређује постојеће моделе у литератури на основу идентификованих ограничења и који се може применити за процену утицаја УКЦ решења;
- ПЦ-5. Применити предложени модел на студији случаја у циљу добијања резултата за давање одговора на основну хипотезу и постављена истраживачка питања.

1.5. Примењене методе истраживања

Логистичка истраживања примарно су повезана са применом квантитативних метода, док су квалитативне методе и технике релативно ретке (Gammelgaard, Flint, 2012; Mangan et al., 2004), због чега се у литератури периодично истиче значај веће примене квалитативних метода и истражују се могућности унапређења истраживања у том смислу (Gammelgaard, 2017; Gammelgaard, Flint, 2012; Mangan et al., 2004). У овој докторској дисертацији неопходно је применити различите квалитативне и квантитативне методе. С обзиром да и квантитативни и квалитативни приступ имају одређених слабости (Näslund, 2002, према цитату из Sakić, 2009), комбиновањем ова два приступа умањују се ограничења примењених метода и увећава се квалитет добијених резултата. Квалитативни и квантитативни приступи, који су примењени у овој докторској дисертацији, као и њихова веза са истраживачким питањима, приказани су у табели 1.1.

Табела 1.1. Веза између истраживачких питања и примењених метода

Приступ	Истраживачко питање	Примењена метода
Квалитативни	ИП-1	Преглед литературе Индуктивна метода закључивања
Квантитативни	ИП-2 ИП-3	Математичко моделирање „Шта-ако“ анализа Статистичке методе
Квалитативно квантитативни	ИП-2 ИП-3	Студија случаја Аналитички хијерархијски процес

Преглед литературе може се описати као мање или више систематски начин прикупљања и синтезе претходних истраживања (Snyder, 2019). Ова метода истраживања примењена је са циљем утврђивања тренутног знања у области истраживања и са циљем идентификовања ограничења постојећих истраживања. На основу тога, дефинисани су кораци за делимично превазилажење ограничења. Такође, прегледом различитих практичних искустава стиче се могућност за примену индуктивне методе закључивања. Резултати примене ове методе представљају идентификовање очекиваних ефеката примене различитих УКЦ концепата.

Математичко моделирање у овој докторској дисертацији, подразумева примену одговарајућих аналитичких техника у циљу дефинисања зависности између узрока и последице. На тај начин, развијен је аналитички модел који рачуна ЕТ-е друмског УТТ-а. резултати различитих „шта-ако“ сценарија примене УКЦ решења.

У циљу анализе резултата примене модела примењене су статистичке методе. Пре свега, извршена је корелациона анализа у циљу одређивања повезаности две варијабле, прорачуном Спирмановог коефицијента корелације и утврђивањем t -статистике и p -вредности. Ради детаљније анализе узајамног утицаја већег броја фактора спроведена је анализа варијанси. На основу резултата примењених статистичких метода испитана је основна хипотеза истраживања.

Предложени модел примењен је на студији случаја. Студија случаја представља метод истраживања феномена од интереса на конкретном примеру (Mangan et al., 2004). За студију случаја у овој докторској дисертацији изабран је Нови Сад, град средње величине.

Аналитички хијерархијски процес (енгл. *Analytic Hierarchy Process*) подразумева технику која омогућава да се квалитативне преференције појединаца преведу у квантитативне податке. Циљ примене ове методе је да се изврши рангирање и избор

најзначајнијих додатних иницијатива УЛ-е, у смислу њиховог значаја за смањење негативних ефеката друмског УТТ-а, за конкретну студију случаја. Да би се прикупили улазни подаци примењена је метода испитивања експерата, односно спроведено је анкетно истраживање експерата у областима од значаја за ову докторску дисертацију. Експерти дају своје субјективно мишљење, засновано на њиховом знању и искуству, о релативном значају фактора који утичу на избор алтернативе. Одговарајућим избором експерата, чије мишљење има одређену тежину, као и дефинисањем експертског панела, делимично је ублажена субјективност у одговорима, што представља једно од основних ограничења методе аналитичког хијерархијског процеса.

1.6. Фазе истраживања и структура докторске дисертације

Постављене хипотезе и циљеви изискују опсежно истраживање чије ефикасно спровођење захтева поделу активности на парцијалне целине. Најпре, истраживање је подељено у два дела. Први део односи се на истраживање литературе и дефинисање теоријских основа истраживања. Ту се подразумева истраживачки рад са карактером прегледних истраживања, где основни резултати представљају темеље за истраживања у другом делу. Други део подразумева развој новог модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а и његову примену у реалном окружењу.

Комплетно истраживање подељено је у пет фаза, од којих прве две спадају у први део, а остале у други део докторске дисертације. Појединачне фазе истраживања (ФИ) обухватају следеће активности:

- ФИ-1. преглед сазнања у области истраживања са приказом светских искустава;
- ФИ-2. преглед техника и метода моделирања УТТ-а, ЕТ-а и доношења одлука о примени решења УЛ-е, као и идентификација ограничења постојећих модела;
- ФИ-3. развој модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а;
- ФИ-4. примена модела на студији случаја - предлог и анализа примене УКЦ иницијативе и повезаних концепата и процена њиховог утицаја на ЕТ-е друмског УТТ-а;
- ФИ-5. сумарни приказ резултата и закључна разматрања.

У току истраживачког рада прегледан је велики број научних радова, књига, извештаја и студија. У том процесу, око 560 извора означено је као референца од значаја за истраживање, а од чега је 335 од посебног значаја за тему докторске дисертације, што је и број радова који је цитиран у самом тексту дисертације. Међу најважнијим часописима по броју издвојених радова налазе се: *Transportation Research Procedia* (50)³, *Procedia* -

³ У загради је наведен број издвојених радова из наведеног часописа.

Social and Behavioral Sciences (24), *Journal of Transport Geography* (12), *Transportation Research Record* (12), *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* (12), *Transportation Research Part A: Policy and Practice* (9), *Transportation Research Part D: Transport and Environment* (9), *Transport Reviews* (6), *Sustainability* (5).

На слици 1.2. приказана је структура истраживања по фазама, као и структура текста докторске дисертације по деловима и поглављима. Такође, на наведеној слици јасно је приказана веза између истраживачких питања (ИП) и појединачних циљева (ПЦ) са фазама истраживања и деловима текста дисертације у којима су обрађивани.



Слика 1.2. Структура докторске дисертације и веза поглавља са хипотезама и истраживачким питањима

Структура докторске дисертације и састав сваког поглавља укратко су описани у наставку. У **овом (уводном) поглављу** докторске дисертације, дефинисани су област, предмет и описани су мотиви истраживања. Такође, поставља се основна хипотеза, истраживачка питања и циљеви истраживања, из чега произилазе и фазе у којима је истраживање спроведено.

У **другом поглављу**, приказан је преглед стања у области истраживања ефеката и трошкова друског УТТ-а. У складу са дефинисаним областима и границама истраживања, овде је пажња посвећена негативним ефектима друског теретног транспорта у градском подручју. Када се говори о трошковима, фокус је на ЕТ-има УТТ-

а. На крају поглавља, приказана су светска и домаћа искуства у процени ЕТ-а транспорта, са посебним освртом на градска подручја.

Треће поглавље тиче се области УЛ-е и, уже, одрживог УТТ-а. Иницијативе и концепти УЛ-е, које би требало да смање ЕТ-е друмског УТТ-а, описане су у овом поглављу. Посебан акценат стављен је на УКЦ-е и концепте који се формирају на основу ове иницијативе. На крају, као и у другом поглављу, и овде су приказана различита светска искуства.

Технике и методе моделирања УТТ-а, ЕТ-а и УЛ-е приказане су у **четвртном поглављу**. Притом, описани су постојећи модели потражње у теретном транспорту и модели за прорачун ЕТ-а транспорта. Такође су посматране и методе процене утицаја иницијатива и концепата УЛ-е на ЕТ-е. Приказани модели и методе критички су анализирани, да би се на крају уочила и систематизовала ограничења у постојећим истраживањем.

У складу са идентификованим ограничењима, осмишљени су кораци за њихово делимично отклањање. С тим у вези, у **петом поглављу** најпре се прецизно дефинише проблем и спроводи се анализа система. Циљ такве анализе је да се одреде основне компоненте модела и дефинише њихова међусобна повезаност, параметри и функција модела. Након тога се приступа развоју модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а. То подразумева дефинисање улазних и излазних величина, основних параметара модела и приказ математичког записа прорачуна на који модел врши.

У **шестом поглављу** предложени модел примењује се на студији случаја. За студију случаја изабран је град Нови Сад (Србија), град средње величине. Треба нагласити да је развијени нови модел општег карактера и може се применити на било којој другој студији случаја. Након описа студије случаја и прикупљања неопходних података за подешавање основних параметара модела, приступа се примени модела, приказу и анализи резултата модела. Модел је примењен за прорачун ЕТ-а тренутног стања УТТ-а у Новом Саду, за случајеве примене УКЦ-а, али и за више различитих концепата који подразумевају примену ове иницијативе. На крају се спроводи анализа осетљивости модела у циљу његове верификације.

У **седмом (закључном) поглављу** дата су закључна разматрања, односно сажето су приказани научни и практични допринос рада, ограничења у истраживању и потенцијални правци даљих истраживања.

ДЕО 1

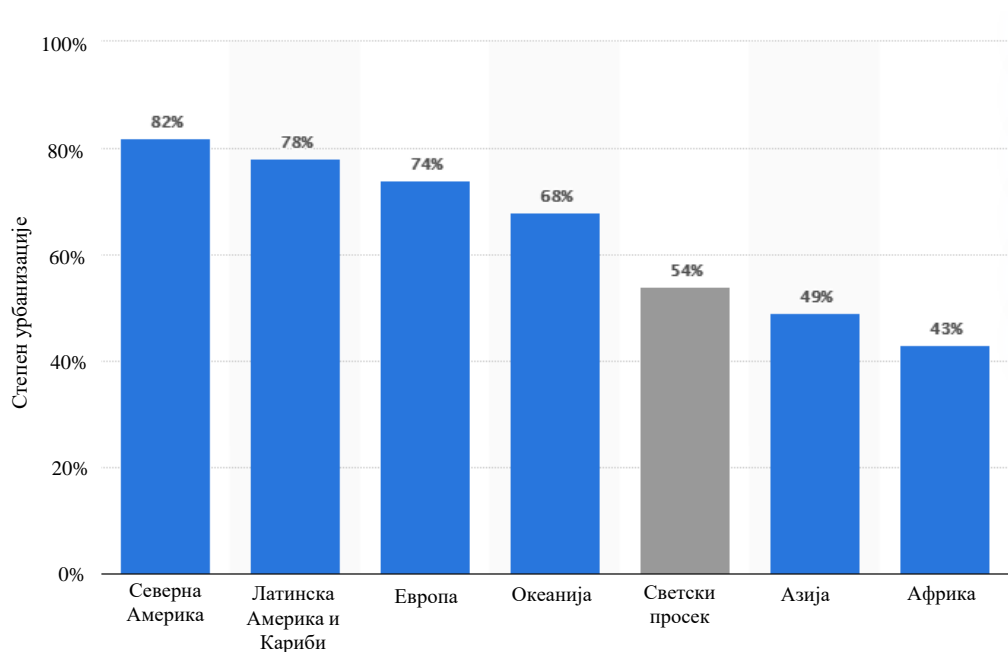
**ПРЕГЛЕД СТАЊА У ОБЛАСТИ И ТЕОРИЈСКА ОСНОВА
ИСТРАЖИВАЊА**

2. ЕКСТЕРНИ ЕФЕКТИ И ТРОШКОВИ У ТЕРЕТНОМ ТРАНСПОРТУ

Мери оно што је мерљиво, а учини мерљивим оно што није мерљиво.

Галилео Галилеј (1564 – 1642. године)

Изумом мотора са унутрашњим сагоревањем, у периоду индустријске револуције (од краја XVIII до средине XIX века), омогућен је транспорт сировина и готових производа на великим удаљеностима. Заједно са индустријском револуцијом и надаље дешава се и нагло убрзање процеса урбанизације. Степен урбанизације у свету последњих 50 година порастао је са 36%, колики је био 1968. године, на 54% у 2019. години (слика 2.1). У Европи, овај степен износи чак 74%, док је у Србији близу светског просека и износи око 56% са трендом пораста (слика 2.2). Иако је трговина глобализована, крајњи циљ највећег дела теретних токова је снабдевање људи робом, који све више мигрирају у урбана подручја. Због тога су даљи развој транспорта, развој градских подручја, као и социо-економски развој, уско повезане и међусобно зависне области (Clark, 1958; Petrović Vujačić, Zečević, 2013).



Слика 2.1. Степен урбанизације по континентима (извор: Duffin, 2019)



Слика 2.2. Степен урбанизације по државама у Европи (извор: United Nations Population Division [UNPD], 2019)

Очекивани даљи раст градских подручја, као и додатних захтева за снабдевање градских подручја робом, може створити бројне проблеме и изазове, уколико се благовремено не предузму адекватне мере. Данас се све већа пажња посвећује проблемима и изазовима који због транспорта терета настају, а посебна пажња посвећује се ефектима урбаног теретног транспорта.

2.1. Урбани теретни транспорт – основе, проблеми и изазови

Теретни транспорт, по јединици пређеног пута, често има далеко веће негативне ефекте од путничког саобраћаја. Захтеви за теретним транспортом у градским подручјима често су концентрисани на уском и густо насељеном подручју. Иако се процењује да у већини градова теретна возила у просеку имају само 20 до 30% удела у укупно пређеном путу (Dablanc, 2007), такође се процењује да је удео теретних возила у заузетости саобраћајних површина од 20 до 40%, удео у емисијама угљен-диоксида (CO_2) од 20 до 40%, али и да је удео у емисијама чврстих честица (PM) чак и већи (Herzog, 2010). Због тога је неопходно да се стручњаци и одговорна лица додатно позабаве проблемима транспорта терета у градским подручјима, како би градови постигли савремене циљеве одрживости.

У литератури постоји више дефиниција урбаног теретног транспорта, у зависности од предмета истраживања које се спроводи⁴. У једној од новијих студија Европске комисије (MDS Transmodal, 2012) наводи се да урбани теретни транспорт обухвата сва кретања теретних возила чији је основни циљ превоз терета у, из и унутар урбаних подручја. Оваква једноставна и свеобухватна дефиниција адекватно описује термин „урбани теретни транспорт“ (УТТ) који се помиње у даљем тексту.

Према неким проценама, 40% до 50% укупног пређеног пута теретних возила у градским подручјима чине долазни токови и 20% до 25% одлазни токови, а остатак настаје и завршава се унутар града (Dablanс, 2009).

УТТ карактеришу бројна инфраструктурна и друга ограничења (саобраћајнице мањег капацитета, ограничења по питању дозвољеног смера кретања, ограничење кретања за одређени тип возила и слично) (Lindholm, 2013). Таква ограничења често захтевају значајне напоре од стране планера и организатора теретних токова, како би користи за све субјекте биле што веће.

Прва (енгл. *first-mile*) и последња (енгл. *last-mile*) фаза дистрибуције робе, које представљају најнеефикасније фазе ланца снабдевања, често се реализују у градском подручју. На пример, трошкови последње фазе доставе могу износити и до 28% укупних трошкова доставе (Ranieri et al., 2018). Међутим, иако се често говори о трошковима, ефекти транспорта не огледају се само у таквим економским, већ и у бројним другим ефектима.

2.2. Ефекти теретног транспорта

УТТ игра кључну улогу у задовољењу потреба грађана, али у исто време има значајне ефекте на животну средину, економију и друштво (Behrends et al., 2008). Ефекти УТТ-а могу се поделити на позитивне и негативне, а према карактеру могу се сврстати у економске, еколошке и друштвене (Macharis, Melo, 2011).

Ефекти УТТ-а често се не разликују суштински од ефеката теретног транспорта генерално. Према томе, када се у овој тачки говори о теретном транспорту, може се сматрати да се то односи и на УТТ.

⁴ Неке од дефиниција урбаног теретног транспорта могу се пронаћи у (Allen et al., 2000; Ambrosini, Routhier, 2004; Muñuzuri et al., 2005; OECD, 2003; Ogden, 1992).

2.2.1. Позитивни ефекти теретног транспорта⁵

Теретни транспорт има бројне позитивне ефекте за многе економске секторе, али и за друштво у целини⁶. Такви позитивни ефекти могу се поделити на директне, индиректне и индуковане, при чему се у литератури издвајају позитивни ефекти на транспортне операторе, купце и економију (слика 2.3). Оператори у теретном транспорту имају користи у погледу уштеде времена и новца, као и прихода од транспортних операција. Купцима, односно корисницима транспортне услуге, теретни транспорт омогућава већу продуктивност, додатне приходе од издавања непокретности у закуп (због веће вредности некретнина) и шири опсег добављача и тржишта. Када се говори о позитивном утицају теретног транспорта на економију, пре свега се мисли на стварање додатних дистрибутивних мрежа, привлачење економских активности и повећану конкурентност.



Слика 2.3. Позитивни ефекти теретног транспорта (прилагођено на основу: Rodrigue et al., 2017)

Уже посматрано, УТТ игра кључну улогу у омогућавању савременог начина живота у градским подручјима, помаже индустријске и трговинске активности и доприноси конкурентности регионалне индустрије (Anderson et al., 2005; Macharis, Melo, 2011). Наведени позитивни ефекти говоре у прилог томе да УТТ значајно доприноси (економском) развоју градског подручја. Међутим, УТТ је често у конфликту са другим функцијама градског подручја, због чега се стварају бројни негативни ефекти.

⁵ У овој тачки приказан је само кратак осврт на позитивне ефекте, због тога што је фокус дисертације усмерен на негативне ефекте УТТ-а.

⁶ Ефекти теретног транспорта на животну средину углавном су негативни.

2.2.2. Негативни ефекти теретног транспорта

Негативним ефектима транспорта, односно негативном утицају на животну средину и друштво, све од тренутка развоја транспортних средстава па до данас, није посвећена довољна пажња. Међутим, са порастом броја становника у градовима и њихових захтева за робом, негативни ефекти теретног транспорта стварају све веће проблеме. Ови проблеми се више не могу игнорисати, а посебно не у градским подручјима, где је њихов негативни утицај на квалитет живота директан. Због тога се, у последње време, све већи број истраживања бави негативним ефектима УТТ-а.

Најзначајнији негативни ефекти УТТ-а, према (MDS Transmodal, 2012), су: саобраћајна загушења, загађење ваздуха, климатске промене, бука и саобраћајне незгоде. Поред ових најзначајнијих, постоје бројни други негативни ефекти: загађење воде и земљишта, штета која се наноси пејзажу и природи, ефекти производње и експлоатације горива, визуелне сметње, заузетост земљишта и тако даље (Ambrosini et al., 2013; van Essen et al., 2011). У даљем тексту, детаљно су описани најзначајнији негативни ефекти транспорта, генерално, са посебним освртом на УТТ.

2.2.2.1. Саобраћајна загушења

Саобраћајна загушења (гужве) настају услед узајамног ометања учесника у транспортном систему ограниченог капацитета (Demir et al., 2015). Саобраћајна загушења дефинишу се као „стање кашњења у саобраћају (када се саобраћајни ток креће испод разумних брзина) због тога што број возила који покушава да користи саобраћајницу превазилази пројектовани капацитет те саобраћајнице“ (Weisbrod et al., 2001). Саобраћајна загушења изазивају повећање времена вожње, оперативних трошкова и непоузданост транспортних активности (Demir et al., 2015, према цитату из Banfi et al., 2000).

У зависности од локације и инфраструктуре, ефекти саобраћајних загушења могу се раздвојити на два типа и то: загушења на уским грлима (јављају се углавном на раскрсницама) и загушења протока (настају услед прекорачења капацитета саобраћајнице) (Long et al., 2008). Штавише, уска грла значајан су чинилац настанка загушења протока. У градским подручјима постоји велики број раскрсница на релативно малим удаљеностима, а проширивање саобраћајница у циљу повећања капацитета је ограничено због велике густине насељености. Због тога се саобраћајна загушења чешће стварају у градским подручјима и имају израженије негативне ефекте него она која настају ван града. У зависности од односа протока и капацитета могу се дефинисати различити нивои саобраћајних загушења (табела 2.1).

Табела 2.1. Нивои саобраћајних загушења у зависности од односа протока саобраћаја и капацитета деонице (извори: Department for Transport [DfT], 2018; Nathanail, 2016)

Ниво загушења	Проток / капацитет
1 : слободан ток	$< 0,25$
2 : ток малих и средњих густина	$0,25 - 0,5$
3 : засићени ток	$0,5 - 0,75$
4 : ток близу максималног капацитета	$0,75 - 1$
5 : ток преко максималног капацитета	> 1

У неким истраживањима препознати су посебни шаблони саобраћајних загушења у зависности од неке временске одреднице. На пример (Zhao, Hu, 2019), издвајају први и последњи дан радне недеље (понедељак и петак) у односу на средишње дане (уторак, среда и четвртак). У градским подручјима највећи застоји и загушења догађају се радним данима, док се викендом и у празничним периодима углавном премештају на ванградске саобраћајнице, а посебно саобраћајнице које воде ка већим излетиштима, одмаралиштима и туристичким местима. Посебно карактеристични периоди саобраћајних загушења у градским подручјима су периоди вршних часова, који настају пре свега због путовања на посао и враћања кући са посла. Ако се загушења посматрају на годишњем нивоу, такође се могу издвојити одређени вршни месеци. Овакви вршни периоди зависе углавном од фактора као што је приближавање празничних периода, великих догађаја и фестивала, породичних окупљања и слично (Wen et al., 2014). На настанак саобраћајних загушења такође могу да утичу и различити догађаји на градској саобраћајној мрежи као што су саобраћајне незгоде, затварање саобраћајних трака, временски услови, неефикасне транспортне операције и превелика потражња (Kwon et al., 2006).

Веза између саобраћајних загушења и УТТ-а је узајамна. Мање брзине кретања и разни поремећаји који настају због саобраћајних загушења, узрочници су неефикасности УТТ-а (Rodrigue et al., 2017). Са друге стране, иако је удео теретних у односу на путничка возила у саобраћајном току углавном далеко мањи, они због великих габарита и због потребе за обављањем специфичних операција (утовар и истовар) имају значајан утицај на стварање и обим саобраћајних загушења. Зауостављањем теретних возила на коловозу у циљу вршења испорука значајно се смањује капацитет саобраћајница и доприноси се настанку саобраћајних загушења (MDS Transmodal, 2012; Wilson et al., 2019). Неки аутори (Routhier, Toilier, 2007) дошли су до резултата да теретна возила, која се зауостављају на коловозу ради опслуживања прималаца, имају четвртину удела у укупној заузетости простора, као и до две трећине заузетости простора у центру града.

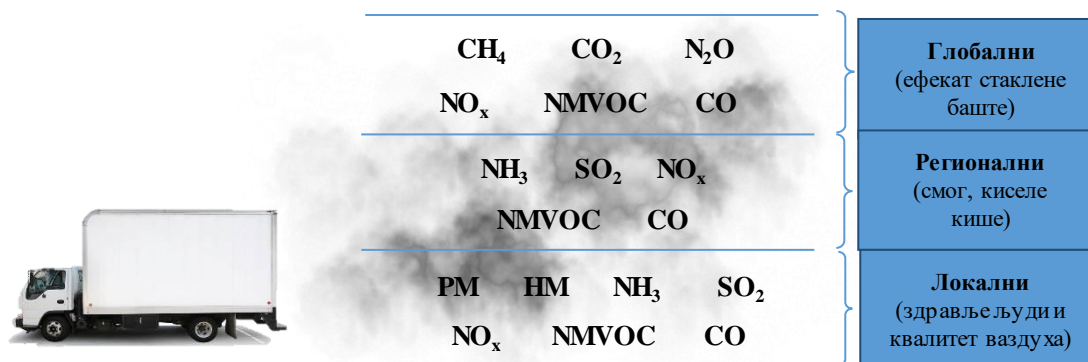
2.2.2.2. Загађење ваздуха

Свест и очекивања популације по питању заштите животне средине и јавног здравља све су већа. Епидемиолошка истраживања све више потврђују да загађење ваздуха има значајан дугорочни утицај на здравље људи. Око 3% смртности у свету настаје од кардиоваскуларних болести, око 5% од рака душника, бронхија и плућа, а око 1% од акутних респираторних инфекција код деце млађе од 5 година изазвано је загађењем ваздуха (Cohen et al., 2005). Светска здравствена организација (World Health Organization [WHO], 2018a) наводи податак да је око 4,2 милиона превремених смрти годишње повезано са загађењем ваздуха.

Саобраћај и транспорт, а посебно друмски, сматра се једним од основних узрочника загађеног ваздуха у градовима. Загађење ваздуха пореклом из друмских транспортних средстава настаје сагоревањем фосилних горива у моторима са унутрашњим сагоревањем (издувне емисије), испаравањем горива из возила, оштећењем газећег слоја коловоза и трошењем пнеуматика и кочница (European Environment Agency [EEA], 2016). Најзначајнији штетни гасови које емитују мотори са унутрашњим сагоревањем су: угљен-моноксид (CO), угљен-диоксид (CO_2), азотни оксиди (NO_x), азот-субоксид (N_2O), метан (CH_4) и неметанска органска једињења (NMVOC), чврсте честице (PM), тешки метали (HM), амонијак (NH_3), сумпор-диоксид (SO_2) (Kijewska et al., 2016). Преко 28% укупних емисија NO_x , преко 27% CO и преко 15% PM ствара друмски транспорт (Kijewska et al., 2016). Поред тога, друмска возила услед кретања доприносе концентрацији полутаната у ваздуху, тако што са површине коловоза подижу загађујуће честице, које су настале из других извора (на пример, сагоревање дрвета и угља за грејање) (Thune-Larsen et al., 2016).

Према географском домету, емисија гасова из друмских возила може имати локалне, регионалне и глобалне ефекте (Sugden et al., 1979). У локалне ефекте убраја се утицај на здравље људи, регионални пре свега обухватају стварање смога и киселих киша, а глобални подразумевају допринос стварању ефекта стаклене баште (слика 2.4).

Због мањих брзина кретања, честих успоравања и убрзавања услед саобраћајних загушења и укрштања на градским раскрсницама, потрошња горива се значајно повећава, а самим тим и емисија штетних гасова. У раду (Ghose, 2002) наводи се да у земљама у развоју емисије из друмских возила имају удео од 40–80% у загађењу ваздуха у градовима. Различита европска истраживања показала су да је удео теретних возила у тим емисијама између 20% и 30% у просеку (MDS Transmodal, 2012). Такође, може се издвојити и процена да УТТ емитује између 16% и 50% штетних материја, у зависности од посматране материје (Dablanc, 2007).

Слика 2.4. Утицај издувних гасова из транспортних средстава⁷

2.2.2.3. Климатске промене

Климатске промене представљају промене које се могу идентификовати (на пример, применом статистичких тестова) у смислу промене просечних вредности и/или варијабилности неких својстава климе, које трају дуже време, обично неколико деценија или више (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2012). Када се говори о климатским променама, односно такозваном глобалном загревању, најчешће се мисли на повећање просечне температуре на Земљи. Повећање просечне температуре последица је повећања концентрације гасова са ефектом стаклене баште. Многи од гасова стаклене баште настају из природних процеса, али и људске активности повећавају концентрацију неких гасова који доприносе настанку ефекта стаклене баште.

Утицај транспорта на промену климе углавном се повезује са глобалним загревањем изазваним емисијама CO₂. Основни модел процене утицаја транспорта на промену климе значајно је унапређен када су у њега уврштене и емисије других штетних материја (осим емисије CO₂), а ту се пре свега мисли на метан (CH₄) и азот-субоксид (N₂O). Емисија хидрофлуороугљеника (HFC) из клима уређаја возила у мањој мери доприноси утицају транспорта на стварање ефекта стаклене баште.

Количина емисије CO₂ по јединици транспортне услуге директно је повезана са енергетском ефикасношћу транспортних операција (Ortolani et al., 2009). УТТ је одговоран за око 25% транспортних емисија CO₂ у градским подручјима (Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe [ALICE], 2015), односно за око 6% свих емисија гасова са ефектом стаклене баште у транспорту (City Vitality and Sustainability [CIVITAS], 2015). У Белој књизи за транспорт, постављени су веома амбициозни циљеви да урбана логистика, чији је најзначајнији део УТТ, у главним градским центрима до 2030. године, суштински не емитује CO₂ (European Commission

⁷ Осмишљено од стране аутора на основу табеле 2.2. на страни 33. у књизи (McKinnon et al., 2015).

[ЕС], 2011). Да би се то постигло, потребно је да се развијају нове технологије за теретна возила. Ту се, пре свега, мисли на електрификацију УТТ-а, на утицај такве електрификације на ланце снабдевања и могућност кооперације и консолидације (ALICE, 2015).

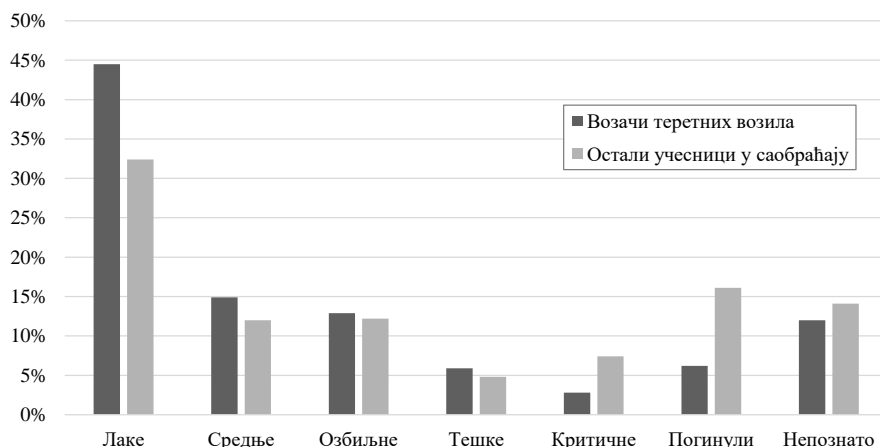
2.2.2.4. Саобраћајне незгоде

Саобраћајне незгоде су добро познате нежељене појаве на путевима. Саобраћајне незгоде у друмском транспорту без сумње су најфреквентније и изазивају највећу штету. Према подацима Светске здравствене организације сваке године у саобраћајним незгодама погине преко 1,35 милиона људи (WHO, 2018b). Поред тога што је безбедност на путевима у ЕУ на највишем нивоу у свету, годишње преко 25.000 људи погине у саобраћајним незгодама (ЕС, 2019). Број тешко и лако повређених знатно је већи.

У градским подручјима се, због већег обима саобраћаја радним данима и суботом, јавља већи проценат саобраћајних незгода, у односу на недељу када углавном нема већих оптерећења саобраћајница (Pigman et al., 1978). Учешће теретних возила у градским саобраћајним токовима много је веће него викендом, што значајно повећава и ризик од учешћа ових возила у саобраћајним незгодама.

Према студији о узрочницима саобраћајних незгода у Европи (International Road Transport Union [IRU], 2007), као главни узрочник учешћа у саобраћајној незгоди наводи се људска грешка (85,2%), а око 25% тих незгода изазвано је од стране возача теретних возила. Умор возача се наводи као један од главних узрочника учешћа теретних возила у саобраћајним незгодама у градским подручјима (Galkin et al., 2019).

У саобраћајним незгодама у којима су учествовала теретна возила, последице по друге учеснике у незгоди веће су у односу на последице по возаче теретних возила. Са слике 2.5 може се приметити да је удео погинулих возача теретних возила знатно мањи од удела осталих учесника у незгоди са учешћем теретних возила. Такође, што су последице саобраћајне незгоде блаже, овај однос мења се у корист возача теретних возила.



Слика 2.5. Учешће у саобраћајним незгодама према врсти учесника и последицама
(извор: IRU, 2007, стр. 15)

2.2.2.5. Бука

Бука се може дефинисати као непожељан звук (исказан у децибелима) или звукови различитог трајања, интензитета и других карактеристика који узрокују менталне поремећаје код људи. Звук који у току дана прелази границу од 50 dB(A)⁸ сматра се буком. Ниво буке преко 65 dB(A) сматра се неподношљивим и штетним по здравље. Када је бука изражена и када је излагање буци довољно дуго то може изазвати здравствене проблеме (на пример, стрес, проблеми са спавањем, кардио-васкуларна обољења, као и краткотрајни или дуготрајни губитак слуха) (van Essen et al., 2011). Посебно се, у стручној литератури, наглашава значај штетног утицаја буке која се емитује ноћу, јер су негативни ефекти далеко већи због много мањег нивоа позадинске буке. Да не би дошло до ометања сна, светска здравствена организација наводи да ниво буке у току ноћи не би смео да прелази 30 dB(A) непрекидног позадинског звука и 45 dB различитих индивидуалних догађаја (WHO, 2009).

Бука из саобраћаја представља нежељени ефекат кретања транспортних средстава и најчешће је локалног карактера, посебно када се говори о друмском транспорту. У друмском транспорту емитовани звук може се поделити у две групе (Skrúcaný et al., 2017):

1. звук погонског мотора и кретања возила кроз ваздух;
2. звук котрљања пнеуматика по површини коловоза.

Однос ових извора буке највише зависи од брзине кретања возила, на шта највише утиче оптерећење саобраћајног тока. Промена нивоа буке због повећаног оптерећења

⁸ Неки аутори (Maibach et al., 2008) сматрају да је та граница на 55 dB(A) или чак 60 dB(A).

саобраћајног тока логаритамске је природе. Због тога, дупло већи број возила у саобраћајном току повећава ниво буке за око 2 dB(A) (Swarts et al., 2012). Поред брзине возила, други важни фактори су понашање возача, врста пнеуматика, стање возила (редовно одржавање) и тако даље. Додатни извори буке у теретном транспорту могу бити сигнал за кретање возила уназад, врата товарног простора, остала опрема (на пример, виљушкар) и слично (Organisation for Economic Co-Operation and Development [OECD], 2003).

У ЕУ је 1970. године први пут уведена регулатива⁹ која се односи на ограничење нивоа буке коју стварају друмска возила. Дозвољени ниво буке теретних возила креће се у опсегу од 76 до 80 dB(A) (табела 2.2).

Табела 2.2. Дозвољени ниво буке нових теретних возила у ЕУ према директиви Европског савета (Directive 70/157/EEC, 1970)

Врста моторног возила	Ограничење буке (dB(A))
Теретна возила до 2 t укупне дозвољене масе	76
Теретна возила од 2 t до 3,5 t укупне дозвољене масе	77
Теретна возила преко 3,5 t укупне дозвољене масе	
• снага мотора мања од 75 kW	77
• снага мотора од 75 kW до 150 kW	78
• снага мотора преко 150 kW	80

Први извештај у коме је извршена процена буке од стране Европске агенције за заштиту животне средине објављен је 2014. године (ЕЕА, 2014). У овом извештају приказана је веза између изложености прекомерним количинама буке и ефеката на здравље људи и благостање. На основу доступних података за 2011. годину процењено је да је око 19,8 милиона одраслих који живе у градовима изложено прекомерном нивоу буке из саобраћаја и транспорта ($L_{den} > 55$ db). Чак 90% неугодности и поремећаја сна изазвано је друмским видом, а 65% тог утицаја дешава се у градским подручјима. У ревидираној верзији извештаја објављеној 2017. године наводи се да је једна од 8 особа које живе у градовима са преко 100.000 становника изложена нивоу буке у току ноћи већем од 55 децибела (Blanes et al., 2017). По средњорочним прогнозама (2020-2030), број људи на које утиче бука из друмског саобраћаја и транспорта у градовима повећаће се за мање од 1% (Blanes et al., 2019) у односу на 2017. годину. Треба напоменути да је таква процена извршена под претпоставком да се постигне циљ Беле књиге транспорта из 2011. године

⁹ Извор: (Directive 70/157/EEC, 1970).

(ЕС, 2011), који подразумева преполовљавање броја конвенционалних возила у градским подручјима до 2030. године и потпуно избацивање из употребе до 2050. године. Дугорочне прогнозе (до 2050. године) резултирају повећањем од 7,8% у односу на 2017. годину (Blanes et al., 2019).

УТТ ствара значајну количину буке. У неким истраживањима је процењено да се учешћем теретних возила у саобраћајном току, у јутарњим вршним периодима, додаје пет децибела (dB(A)) на количину буке коју стварају путничка возила у градским подручјима (Dablanc et al., 2011). Такође, када се говори о УТТ-у посебно се наглашава значај емитовања буке ноћу. На примеру ноћних достава у Барселони у оквиру *SILENCE* пројекта (Kloth et al., 2008) утврђено је да најважније изворе буке чине следеће радње: пристизање доставног возила на одредиште (62% случајева) и манипулисање са теретом на месту утовара/истовара (15% случајева).

2.3. Екстерни трошкови теретног транспорта

Из излагања у тачки 2.2 може се видети да се, поред значајних позитивних ефеката УТТ-а, јављају и бројни негативни ефекти. Ако се негативни ефекти УТТ-а посматрају са економског аспекта, јасно је да значајан део трошкова који због негативних ефеката настају (на пример, трошкови лечења од болести узроковане загађеним ваздухом), не пада само на терет учесника у УТТ-у (транспортних оператора и корисника њихових услуга), већ и на друге субјекте. Ови трошкови називају се екстерни трошкови (ЕТ-и) УТТ-а и о њима ће бити више речи у наставку.

Када се у литератури говори о ЕТ-има транспорта, најчешће се ради о генералном утицају путничких и теретних транспортних операција на националном нивоу. Веома често се у таквим истраживањима прави разлика између ЕТ-а путничких и теретних возила. Исто тако се често прави разлика између ЕТ-а транспорта у градском и ванградском подручју. Међутим, много су ређа истраживања која се баве ЕТ-има УТТ-а, имајући у виду специфичности инфраструктуре и операција у УТТ-у.

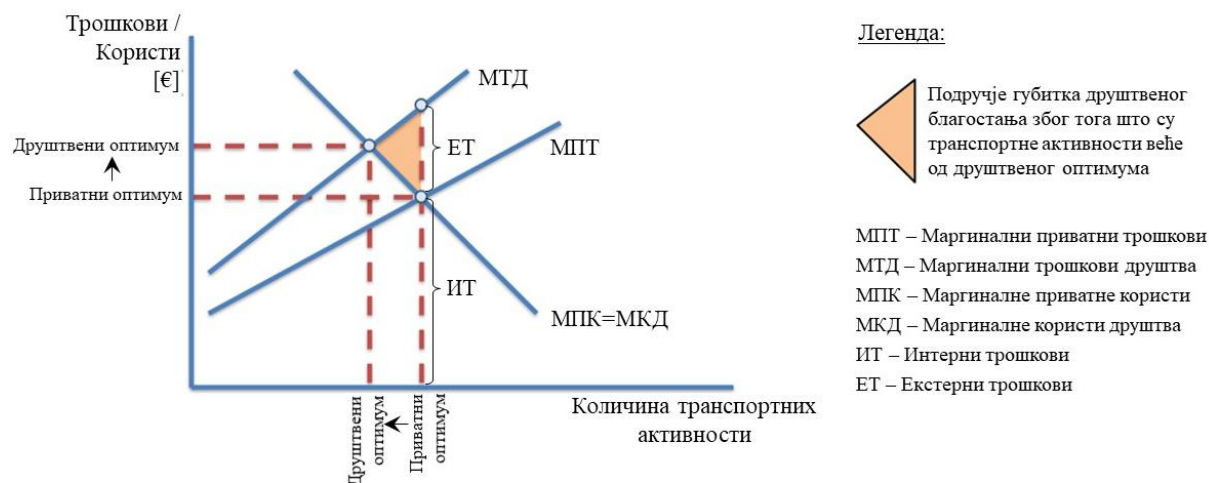
Друмски транспорт је, због своје еластичности, практично незаменљив за доставе у градским подручјима. Разлог за то је, пре свега, веома ограничена могућност доставе осталим видовима транспорта до крајњих корисника. Такође, моћ корисника услуге (прималаца) да утичу на време доставе често ограничава избор вида превоза на друмски вид транспорта, чак и ван оквира УТТ-а. Због тога, али и због изражене доминације у количини негативних ефеката, односно негативних екстерналија, фокус ове докторске дисертације је на ЕТ-има у друмском УТТ-у, што је већ истакнуто у тачки 1.1.

Још 1963. године, у раду (Vickrey, 1963) дискутовано је о томе како ни у једној другој важној области пракса наплате није тако ирационална, застарела и подложна губицима као што је то случај са урбаним транспортом. Посебно у градским областима могу да се јаве додатне негативне екстерналије као што је притисак на јавни простор и ефекат сепарације који настаје због стварања баријера (van Lier et al., 2010). Слично се може рећи и када је реч посебно о УТТ-у. ЕТ-и које УТТ ствара генерално зависе од карактеристика градске дистрибутивне мреже (локације, растојања, броја чворова), од активности на мрежи (кретање терета и путника), врсте и технологије возила, градске саобраћајне регулативе, нивоа услуге и основних цена (цена земљишта, цена горива, цена електричне енергије) и слично (Mayeres et al., 1996). Поред тога, ЕТ-и транспорта генерално зависе од технологије превозних средстава (на пример емисионе класе погонског агрегата), броја саобраћајних незгода и тежине њихових последица, кашњења других учесника у саобраћају узрокованих загушењима од стране терених возила и тако даље. То се такође односи и на УТТ.

2.3.1. Основе и принципи обликовања екстерних трошкова транспорта

ЕТ-и настају када друштвене или економске активности једне групе људи имају утицај на другу групу и када тај утицај није у потпуности урачунат или компензован од стране прве групе (Bickel, Friedrich, 2005; ЕС, 2003). Ова дефиниција указује на то да су ЕТ-и они трошкови које плаћају „други“, што могу бити комшије, суграђани, остатак државе, континент, цео свет или долазеће генерације (Mayeres et al., 1996).

Један од оснивача и главних заступника економије благостања јесте енглески економиста Артур Пигу (*Arthur Pigou*, 1877–1959). Пигу је дефинисао теоријске концепте интерних (приватних) и ЕТ-а, односно друштвених трошкова, и био је уверен да су ЕТ-и узрок тржишних неуспеха који смањују друштвено благостање (Pigou, 1923). Према томе, екстерналије су облик неуспеха (недостатака) тржишта (Santos et al., 2010). Сам појам неуспеха тржишта представља термин који се користи за обухватање свих оних околности (дисторзија) у којима равнотежа на слободном, нерегулисаном тржишту не успева да постигне ефикасну алокацију ресурса (Karlanović, 2012). Италијански економиста Вилфредо Парето (*Vilfredo Pareto*, 1848-1923) дефинисао је критеријум ефикасности (Парето оптимум) који гласи: максимална ефикасност алокације ресурса постигнута је у ситуацији када је немогуће повећати једну економску величину, а да се нека друга не смањи. Парето оптимум представља основу данашње економије благостања. Ефикасна равнотежа је дефинисана као ситуација у којој су маргинални трошкови друштва једнаки маргиналним користима друштва (слика 2.6).



Слика 2.6. Дијаграм укупних друштвених (интерних и екстерних) трошкова (прилагођено на основу: Button et al., 2010; Ranaiefar, Regan, 2011; Riley, 2016)

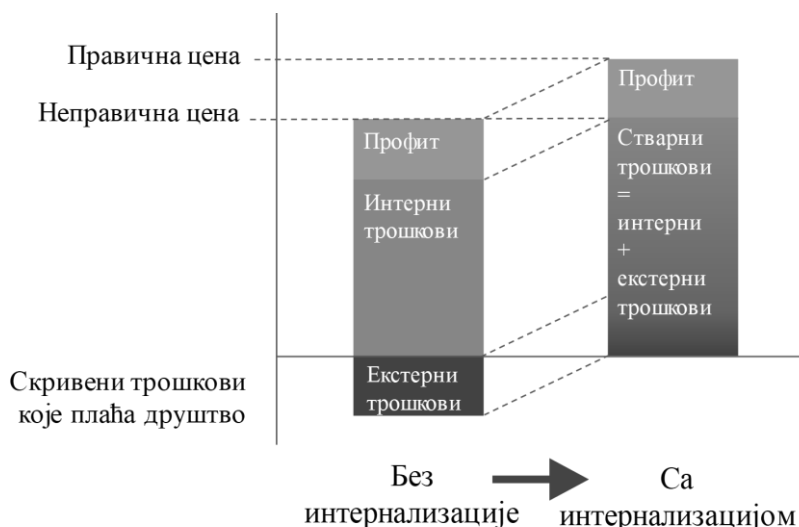
ЕТ-е транспорта према врсти и начину изражавања можемо поделити на: укупне, просечне и маргиналне (Eriksen, 2000). Просечни и маргинални ЕТ-и називају се и јединични ЕТ-и. Укупни ЕТ-и транспорта представљају суму свих ЕТ-а које стварају све транспортне активности у посматраном географском подручју. Ови трошкови се изражавају у изабраној валути (на пример евро, долар и слично). Због поређења трошкова и доследности приликом моделирања, сви ЕТ-и приказани у овој докторској дисертацији изражени су у еврима (€). Просечни ЕТ-и представљају износе по транспортном учинку и добијају се дељењем укупних ЕТ-а са оствареним транспортним учинком. Ови трошкови се изражавају у јединицама: €/tkm или €/vkm. Маргинални ЕТ-и представљају додатне трошкове које друштво сноси уколико се активност која их ствара промени за једну јединицу (на пример, повећање за 1 vkm) (Mayeres et al., 1996). Маргинални ЕТ-и углавном се изражавају у истим јединицама као и просечни, па је зато веома важно утврдити о каквом начину изражавања се ради. У друмском теретном транспорту јединични ЕТ-и најчешће су изражени у €/tkm и €/vkm, док се код других видова транспорта могу пронаћи и друге јединице као што су €/km и €/LTO¹⁰.

Када говоримо о процењеном износу ЕТ-а, веома је важно истаћи референтну годину (на пример, €₂₀₂₀) и референтно подручје (држава, регион) на које се процењена јединична вредност односи. Такво исказивање јединичних ЕТ-а неопходно је због потенцијалне примене процењених вредности за различите временске тренутке због утицаја инфлације, као и примене на различитим географским подручјима, односно на различитим тржиштима.

¹⁰ У ваздушном транспорту користи се скраћеница *LTO* од енгл. *Landing/take-off cycle* што у преводу значи: фаза полетања и слетања.

ЕТ-и транспорта представљају трошкове друштва и они се, без специфичне регулаторне интервенције, не узимају у обзир од стране учесника у транспорту (Maibach et al., 2008). Актери на тржишту транспорта су, према томе, суочени са нетачним подстицајима за потражњу и понуду, што доводи до губитка прихода и нарушавања друштвеног благостања. Цена која се плаћа за транспорт терета углавном је заснована на интерним (приватним) трошковима (трошкови горива, радне снаге, поседовања возила, осигурања и тако даље) увећаним за одређени износ профита и одређених пореза и такси. Реализацијом транспортног задатка, потврђује се да обе стране (превозник и корисник услуге), имају користи од обављања таквог посла, иначе се посао не би реализовао. Међутим, као што је већ истакнуто, приликом транспорта терета, стварају се додатни негативни ефекти (описани у тачки 2.2.2) који проузрокују ЕТ-е. У том смислу, Артур Пигу се залагао за увођење пореза којима се коригују ефекти негативних екстерналија, а који се данас по њему називају Пигуови порези (Stakić, Jezdimirović, 2012). Међутим, порези и таксе које на савременом економском тржишту постоје, односе се само на мали део укупних ЕТ-а теретног транспорта. Савремене еколошке и друге таксе и порези представљају прве кораке у интернализацији ЕТ-а транспорта, али оне не покривају све негативне екстерналије које настају при транспорту терета. О интернализацији ЕТ-а транспорта детаљније у директиви Европске комисије *Directive 1999/62/EC* (1999) и две новије директиве, *Directive 2006/38/EC* (2006) и *Directive 2011/76/EU* (2011), које се односе на поменути директиву из 1999. године.

Неки од циљева ЕУ подразумевају интеграцију ЕТ-а транспорта у систем наплате транспортних услуга, односно њихову интернализацију (Commission of the European Communities [CEC], 2008). На тај начин тржиште препознаје негативне екстерналије и до тада „скривени“ трошкови друштва падају на терет учесника у транспорту (слика 2.7). Другим речима, ЕТ-и би требали бити плаћени од стране оних субјеката који их генеришу, по принципу „загађивач плаћа“ (Piесук et al., 2015). На тај начин систем наплате постаје праведнији, јер би ЕТ-и транспорта, који би без интернализације пали на терет трећих лица, били наплаћени од оних који су одговорни за стварање тих трошкова. Крајњи циљ је да наплаћени износи на одређени начин буду компензовани оштећеним странама. Процес интернализације ЕТ-а може бити спроведен од стране владе, јавних или приватних организација (Demir et al., 2015).

Слика 2.7. Илустрација цена без и са интернализованим ЕТ¹¹

Уколико би актери у ланцима снабдевања, према принципу „загађивач плаћа“, урачунали све релевантне трошкове (интерне и екстерне), то би довело до повећања цене њихових услуга, односно њихових трошкова. Неки аутори (Holguín-Veras, 2008) истичу да се на тај начин долази у ситуацију да власници возила (транспортне компаније) добијају обавезу плаћања ЕТ-а (што ће они покушати да пренесу на примаоце). Због тога, ови аутори предлажу да у фокусу инструмената интернализације буде количина терета која се транспортује. На тај начин би ЕТ-и транспорта били наплаћени од власника терета.

Инструменти интернализације¹² неће бити детаљно обрађивани у овој докторској дисертацији. Због комплексности проблематике, они су ван оквира и циљева истраживања. Циљеви истраживања више су усмерени на процену ЕТ-а УТТ-а и анализу потенцијалне примене мера за њихово смањење, али не и на економске инструменте интернализације генерисаних ЕТ-а, као ни на правилно усмеравање тако прикупљених средстава.

2.3.2. Врсте и процена екстерних трошкова

ЕТ-и транспорта могу се класификовати у две групе: основни (квантитативно значајни) и секундарни (мање значајни и/или тешко процењиви). Према (Gallo, 2009) основни ЕТ-и транспорта настају због:

- саобраћајних загушења;

¹¹ Прилагођено на основу: <https://econation.co.nz/external-costs/>.

¹² Детаљнији опис инструмената интернализације ЕТ-а у друмском саобраћају, као и дефинисању стратегије интернализације ЕТ-а у Србији у докторској дисертацији (Karlanović, 2012).

- загађења ваздуха (SO_2 , NO_x , PM_{10} , CO и тако даље);
- емисије гасова стаклене баште (CO_2 , CH_4 , N_2O , H_2O , O_3 и тако даље);
- саобраћајних незгода;
- буке.

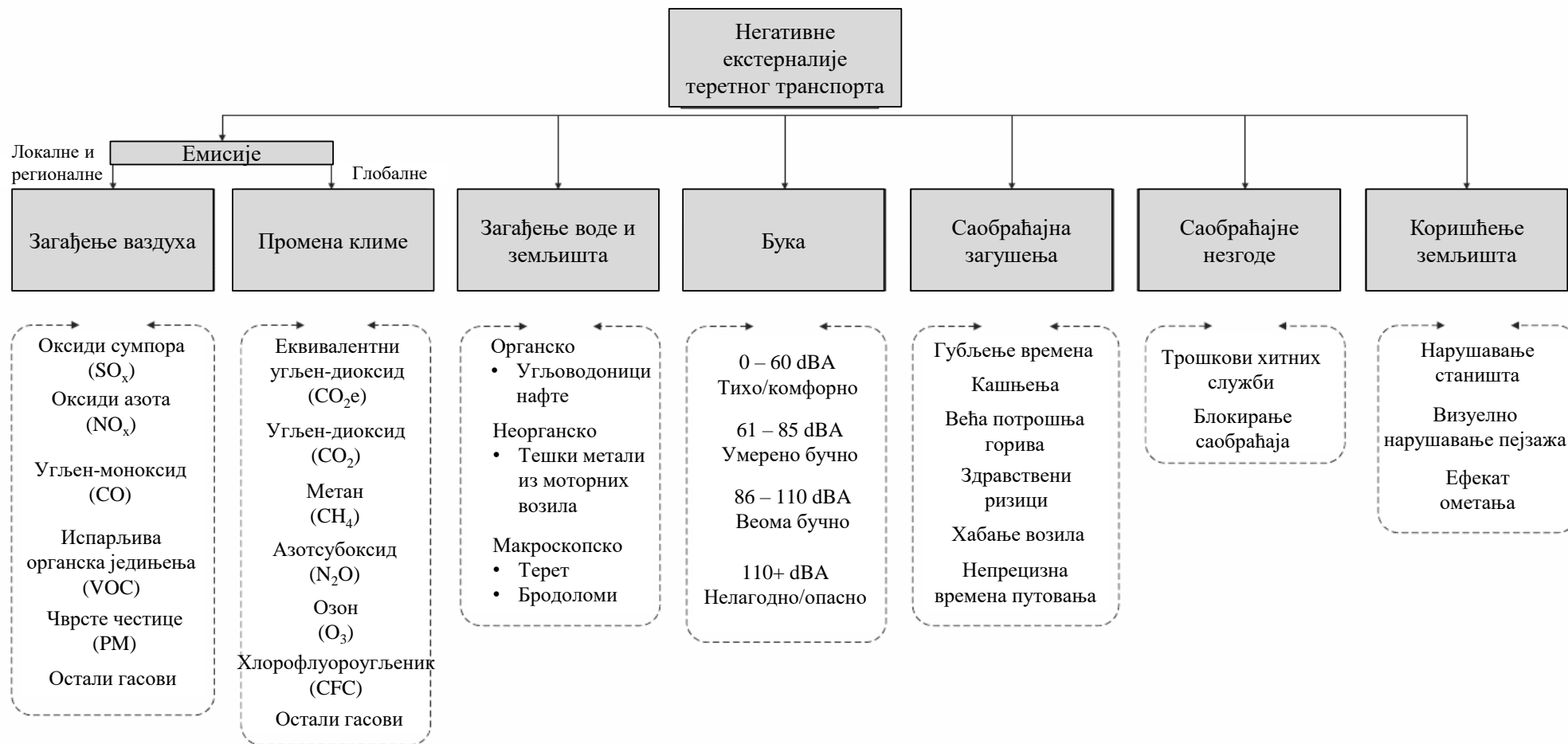
Према томе, основни ЕТ-и односе се на најзначајније негативне ефекте транспорта. Секундарни ЕТ-и транспорта су бројни, а према истом аутору (Gallo, 2009) посебно се издвајају: загађење воде и земљишта, штета која се наноси пејзажу и природи, ефекти на производњу, изградњу и експлоатацију, визуелне сметње, заузетост земљишта и тако даље (Gallo, 2009). Постоје и други ЕТ-и, на пример, трошкови зависности од енергената, али још увек не постоји одговарајући научни консензус за њихову процену (Korzhenevych et al., 2014).

На основу утицаја транспортних активности, основни ЕТ-и могу се поделити на трошкове: еколошког и социо-економског утицаја транспорта (Maibach et al., 2008). ЕТ-и еколошког утицаја су трошкови загађења ваздуха, промене климе и буке, док су ЕТ-и социо-економског утицаја трошкови саобраћајних загушења и саобраћајних незгода.

Аутори (Demir et al., 2015), на основу детаљног прегледа литературе, врше категоризацију најважнијих ЕТ-а теретног транспорта у седам група (слика 2.8): загађење ваздуха, промена климе, загађење воде, бука, саобраћајна загушења, саобраћајне незгоде и коришћење земљишта. Класификација приказана на слици 2.8 делимично је унапређена у односу на изворну класификацију, тако што је, поред категорије загађења воде, додата и категорија загађења земљишта. У наредним подтачкама детаљније ће бити описане најзначајније категорије ЕТ-а УТТ-а.

Постоје два основна приступа за процену ЕТ-а транспорта и то (Nash, 2000):

- *top-down* – представља неки вид просечних трошкова и добија се тако што се ЕТ-и одређене географске јединице (на пример, држава), деле са укупним активностима које доводе до настанка негативних екстерналија;
- *bottom-up* – подразумева одређивање ЕТ-а на микро нивоу, односно одређивање трошкова једног возила на једном путовању, моделирањем активности и утицаја тог возила, па затим екстраполацију на укупну популацију возила.



Слика 2.8. Најважније негативне екстерналије у теретном транспорту (прилагођено на основу: Demir et al., 2015, стр. 97)

Приликом процене јединичних ЕТ-а транспорта важна су два аспекта: мерење ефеката негативних екстерналија и економско вредновање тих ефеката (Macharis et al., 2012). Износ ЕТ-а у неким ситуацијама веома је тешко измерити и економски вредновати. Негативне екстерналије које имају тржишну вредност једноставније је економски изразити и оне се могу мерити тржишном вредношћу одређеног ефекта (на пример, смањена вредност некретнине због буке или визуелне нарушености окружења). Међутим, проблем економског вредновања негативних екстерналија јавља се у случајевима када не постоји тржишна цена којом се могу изразити трошкови проузроковани неким негативним ефектом. У том случају такво економско вредновање ослања се на веродостојност индивидуалних преференција (Pearce, Howarth, 2000). Постоје две основне методе нетржишне процене вредности и то (Bickel, Friedrich, 2005):

- спремност да се плати за спречавање штете (енгл. *willingness-to-pay*);
- спремност да се прихвати штета (енгл. *willingness-to-accept*).

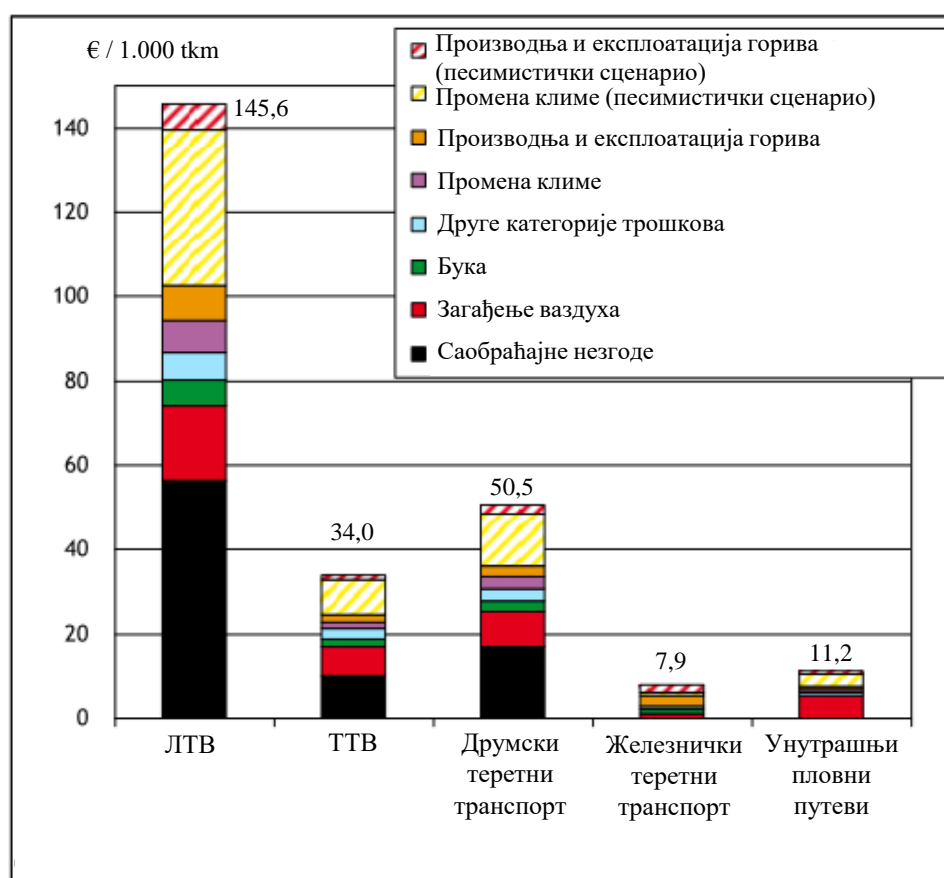
Метода спремности да се плати за спречавање штете подразумева испитивање колико неко жели да плати да не би трпео последице одређене количине негативних екстерналија (на пример буку из транспорта), док метода спремности да се прихвати штета подразумева испитивање колику би надокнаду неко желео да добије због поремећаја у његовом окружењу (СЕС, 1995). За основне категорије ЕТ-а транспорта углавном постоји научни консензус о методологији процене. За остале негативне екстерналије не постоји научни консензус о начину процене, па се у литератури могу пронаћи различити приступи.

Када се посматрају процене ЕТ-а по виду транспорта, оне указују на то да друмски транспорт има највећи негативни екстерни утицај (табела 2.3). Ако се посматра само теретни транспорт, студије су показале да најниже ЕТ-е, по пређеном тонском километру, генерише железнички, док лака теретна возила у друмском транспорту генеришу драстично веће ЕТ-е (слика 2.9). Према доступним проценама, ЕТ-и саобраћаја и транспорта у ЕУ достижу ниво од 6,6% БДП-а. Око 27% односи се на теретни транспорт, од чега око 78% ствара друмски вид транспорта (van Essen et al., 2019). Из табеле 2.3, може се закључити да су ЕТ-и загађења воде мање значајни за друмски вид транспорта. Такође, ЕТ-и коришћења земљишта односе се на негативне ефекте, у смислу нарушавања станишта и пејзажа, што је значајно у ванградским подручјима (посебно подручја богата природним добрима), док су у градским подручјима занемариви. Стога се у даљем тексту неће посвећивати додатна пажња овим категоријама ЕТ-а транспорта. Најважније категорије ЕТ-а друмског теретног транспорта и, још уже, друмског УТТ-а, описане су у наредним подтачкама.

Табела 2.3. Значај негативних екстерналија у односу на вид транспорта (извор: Demir et al., 2015, стр. 99)

Негативне екстерналије	Друмски транспорт	Железнички транспорт	Водни транспорт	Ваздушни транспорт	Цевоводни транспорт
Саобраћајна загушења	***	*	*	*	*
Загађење ваздуха	***	**	**	**	*
Климатске промене	***	**	**	**	*
Саобраћајне незгоде	**	*	*	*	*
Бука	***	**	**	**	*
Загађење воде	*	*	***	*	*
Коришћење земљишта	**	**	*	*	*

*: низак **: средњи ***: велики

Слика 2.9. Просечни ЕТ-и по видовима теретног транспорта¹³ (извор: van Essen et al., 2011, стр. 9)

¹³ Вредности приказане на овој слици не обухватају ЕТ-е саобраћајних загушења. Разлог за то је што неки видови транспорта немају ову категорију ЕТ-а, па би приказани подаци били неупоредиви.

2.3.2.1. Екстерни трошкови саобраћајних загушења

ЕТ-и саобраћајних загушења настају када додатно возило утиче на смањење брзине кретања других возила у саобраћајном току и, због тога, повећава време вожње. Када се на одређеној деоници путне мреже пређе праг капацитета слободног тока, онда почиње да се повећава време вожње. Према томе, процена ЕТ-а загушења у друмском саобраћају и транспорту заснива се на вези између брзине кретања и протока возила, вредности времена и еластичности захтева за коришћењем саобраћајнице.

Партиципанти (11 градова и 10 организација) у студији о интернализацији ЕТ-а у градским подручјима (van den Bossche et al., 2012) идентификовали су саобраћајна загушења као најважнију негативну екстерналију транспорта. Загађење ваздуха такође је издвојено као веома важно, док се о значају утицаја других екстерналија мишљења разликују. Европска комисија, у својој зеленој књизи о урбаној мобилности (СЕС, 2007), наводи да ЕТ-и саобраћајних загушења износе преко 100 милијарди евра годишње, што је око 1% БДП-а Европске уније.

Гужве на градским саобраћајницама често су знатно већег опсега због присуства (тешких) теретних возила, која у градским подручјима имају два до три пута већи утицај на саобраћајне перформансе (брзина, густина тока и слично) од путничких аутомобила (DfT, 2012). ЕТ-и саобраћајних загушења по пређеном возило километру, за тешка теретна возила, у односу на лака теретна возила, већи су за око 3,5 пута (van den Bossche et al., 2012). Због тога, транспорт терета тешким теретним возилима, у густо насељеним градским подручјима, ствара значајне ЕТ-е саобраћајних загушења. Са аспекта ових трошкова, оправдано је разматрање могућности да се УТТ реализује лаким теретним возилима. Свакако, при доношењу такве одлуке треба имати у виду искоришћење товарног капацитета возила.

2.3.2.2. Екстерни трошкови загађења ваздуха

ЕТ-и загађења ваздуха се, пре свега, одређују на основу утицаја загађеног ваздуха на људско здравље, али важан је и утицај на грађевинске и материјалне штете, губитке усева и биодиверзитета (van Essen et al., 2019). Приступ утицајне путање (енгл. *impact pathway approach*) представља логичну, транспарентну и широко прихваћену методологију за процену ЕТ-а загађења ваздуха из транспорта (Bickel, Friedrich, 2005). Овај приступ једноставно подразумева предузимање корака за повезивање одговорности са утицајем, а након тога и вредновање тог утицаја. Поред овог приступа у литератури се може пронаћи и примена приступа трошкова узроковане штете (енгл. *damage cost approach*).

ЕТ-и загађења ваздуха по јединици пређеног пута знатно су већи у градским подручјима у односу на ванградска. Један од разлога за то је што се због начина возње, који је условљен саобраћајним условима и инфраструктуром у градском подручју, емитују веће количине штетних материја по пређеном путу (што је већ истакнуто у тачки 2.2.2.2). Поред тога, велика густина саобраћаја и велика густина насељености у градским подручјима значајно доприносе количини ЕТ-а загађења ваздуха. Због велике густине саобраћајних токова у градовима концентрација штетних материја у ваздуху је већа, а због велике густине насељености, већи број људи изложен је негативном утицају.

2.3.2.3. Екстерни трошкови промене климе

Међународни панел о климатским променама (енгл. *Intergovernmental Panel on Climate Change*, скр. *IPCC*) периодично разматра економску процену утицаја климатских промена, разматрајући рад истраживачких института или научних мрежа из целог света. Притом, један од главних фактора неизвесности представља проблем да се процењени ефекти на екосистеме, које ће искусити будуће генерације, изразе садашњом монетарном јединицом (односно спремношћу садашњих генерација да плате насталу дугорочну штету).

Постоје два приступа за процену ЕТ-а утицаја транспорта на промену климе: приступ укупне штете (енгл. *damage cost approach*) и приступ смањења трошкова (енгл. *abatement cost approach*). С обзиром на дугорочне циљеве смањења емисије гасова стаклене баште, приступ смањења трошкова се у пракси најчешће користи за процену ЕТ-а промене климе, док се приступ укупне штете најчешће користи за процену трошкова других утицаја на животну средину (Huang et al., 2016).

2.3.2.4. Екстерни трошкови саобраћајних незгода

Саобраћајне незгоде, поред директног негативног утицаја на учеснике у незгоди, додатно негативно утичу на свет око њих. Трошкови саобраћајних незгода обухватају трошкове материјалне штете, трошкове администрације осигурања, законске и судске трошкове, трошкове полиције и ватрогасне службе, болничке трошкове и трошкове лечења, трошкове изгубљене економске добити, као и трошкове бола и патње жртви и њихових пријатеља и породице (DfT, 2020; Maibach et al., 2008; Santos, 2017). ЕТ-и саобраћајних незгода настају када додатно возило у саобраћају повећава вероватноћу да ће други учесници у саобраћају бити учесници у саобраћајној незгоди (Newbery, 1990; Santos, 2017). Ту спадају трошкови које не покривају премије осигурања (Maibach et al., 2008).

Проблем настаје када треба новчано проценити ЕТ-е саобраћајних незгода, јер су неки од њих јасни, али неки од њих су веома тешко процењиви. Ови трошкови одређују се на основу приступа еластичности ризика и статистичког вредновања људског живота. У циљу процене ЕТ-а саобраћајних незгода могу се користити и статистичке базе података о саобраћајним незгодама. Такве податке о саобраћајним незгодама треба користити са посебном пажњом, јер је непријављивање саобраћајних незгода, као и недовољно детаљно и погрешно класификовање незгоде познат проблем званичних статистика саобраћајних незгода (Kasnatscheew et al., 2016). Због тога се стварни број саобраћајних незгода често потцењује и често није могуће издвојити циљани узорак из базе података.

Да би се одредили ЕТ-и УТТ-а, неопходно је истражити и квантификовати учешће теретних возила у саобраћајним незгодама, што додатно отежава процену, а посебно поделу на градска и ванградска подручја.

2.3.2.5. Екстерни трошкови буке

ЕТ-и буке повезани су са чињеницом да бука, коју ствара саобраћај и транспорт, наноси физичку или психолошку штету људима.

Трошкови буке варирају у односу на доба дана, густине насељености у близини извора буке и нивое постојеће буке. Када бука достигне ниво од 50–60 dB(A) сматра се узнемирујућом. Када се говори о друмском транспорту, ова вредност зависи од брзине возила, стања и нагиба пута, врсте застора пута, начина вожње, учешћа теретних возила у току и слично. Због логаритамске природе звука, удвостручење обима саобраћаја повећава ниво буке за три децибела (Havenga, 2015).

Прикупљање поузданих података о изложености људи буци, као и њеним психолошким ефектима, веома је тешко. Због тога се за процену утицаја буке примењују најразличитије методологије као што су: хедонистичке методе цена (који узима у обзир и губитак вредности некретнина изложених сталним изворима буке), методе смањења трошкова (трошкови баријера против буке), методе вредновања контингената (спремност људи да плате за корист коју би имали од примене мера за смањење буке) (Ortolani et al., 2009). Резултати различитих метода могу значајно да варирају.

У УТТ-у посебно се издваја бука коју стварају транспортне и доставне операције. Према томе, ЕТ-и буке у УТТ-у настају при кретању возила и при опслуживању примаоца.

2.3.3. Јединичне вредности за прорачун екстерних трошкова

Више је разлога за прорачун ЕТ-а транспорта и, уже, УТТ-а. Један од разлога јесте доношење одговарајућих регулаторних мера за регулисање саобраћаја и УТТ-а. Поред тога, разлог може да буде да се различити негативни ефекти изразе у истој јединици (новчано), чиме би се омогућила упоредна анализа различитих ефеката УТТ-а, коју другачије није могуће извршити. Тако се пружа могућност да се одреди који су негативни ефекти значајнији за посматрани систем УТТ-а, да се свеобухватно упореде алтернативе и да се предузму одговарајуће мере за њихово отклањање. На крају, интернализација ЕТ-а транспортних активности, може бити један од разлога за прорачун ЕТ-а транспорта.

Прорачун ЕТ-а захтева претходну процену јединичних вредности ЕТ-а, на основу којих ће се вршити прорачун. Таква процена подразумева комплексно моделирање ефеката у неизвесном окружењу. Након тога, врши се економска евалуација негативних екстерналија, а при томе се мора спровести велики број студија утврђивања спремности да се плати за избегавање штете и сличних студија. Овакав начин процене изискује значајне ресурсе. Да би се значајно смањили потребни ресурси, ЕТ-и транспорта могу се израчунати применом емпиријски добијених вредности јединичних ЕТ-а из већ спроведених студија.

Детаљан преглед литературе о проценама ЕТ-а теретних возила, у квантитативном смислу, приказан је у раду (Demir et al., 2015). Према овим проценама, ЕТ-и у друмском теретном транспорту крећу се у различитом опсегу вредности (табела 2.4).

Табела 2.4. Јединични ЕТ-и теретних возила из различитих истраживања (прилагођено на основу: Demir et al., 2015, стр. 109)

Извор	Јединица	Врста негативне екстерналије					
		Загађење ваздуха	Промена климе	Бука	Загађење воде	Саобр. загушења	Саобр. незгоде
(ECORYS, 2004)	€ct/tkm	0,89	0,26	0,28	-	2,26	0,43
(Maibach et al., 2008)	€ct/vkm	1,4-38,3	1-2,9	0,13-12,7	1,05	2-3,5	0,09- 27,54
(McAuley, 2010)	€ct/tkm	0,0-0,38	0,04-0,07	0,0-0,02	-	0,0-9,21	-0,01-1,27
(Delucchi, McCubbin, 2010)	€ct/tkm	0,05-8,36	0,0-0,21	0,0-2,37	0,0-0,02	0,24	0,05-0,89
(Swarts et al., 2012)	€ct/tkm	0,31	-	0,13	-	0,13	0,32
(Victoria Transport Policy Institute [VTPI], 2013)	€ct/tkm	0,0-2,39	0,07	0,02	-	0,01-0,29	0,07-0,26
(Korzhenevych et al., 2014)	€ct/vkm	0,3-56,6	2,3-13,2	0,7-35,8	-	0,0-404	0,1-46,2

Јединични ЕТ-и често су изражени у одређеном опсегу вредности, што се може видети из табеле 2.4. На пример, у приручнику (Maibach et al., 2008) дате су препоручене вредности маргиналних ЕТ-а, али због значајно различитих процена, предлаже се и опсег јединичних ЕТ-а (од-до). Два су основна разлога за то:

1. да се узме у обзир варијабилност у природи, технологијама и слично;
2. да се прикаже несигурност тренутног знања.

Због тога што различите студије, односно методологије процене, дају различите јединичне ЕТ-е, може да се доведе у питање степен поузданости резултата прорачуна. Према томе, апсолутне вредности резултата прорачуна ЕТ-а морају се анализирати са посебном пажњом и имајући у виду претпоставке и ограничења примењене методологије њихове процене. Основно што треба узети у обзир приликом избора студије из које ће се преузети емпиријске вредности јединичних ЕТ-а јесте географска релевантност. Релевантном студијом за подручје Европе сматра се *IMPACT* студија (енгл. *Internalisation Measures and Policies for All Modes of Transport*), чија методологија је описана у приручнику (Maibach et al., 2008) и две ревидиране верзије приручника (Korzhenevych et al., 2014; van Essen et al., 2019). Многе државе и градови Европе примењују ову методологију у циљу оправдавања развоја и примене различитих регулаторних мера (Gago et al., 2020; Melo et al., 2014; Rothengatter, 1996; Sampaio et al., 2020). У табели 2.5 приказани су сумарни резултати просечних вредности ЕТ-а за друмски теретни транспорт, за ЕУ28 државе из последње верзије *IMPACT* студије (van Essen et al., 2019).

Табела 2.5. Просечни ЕТ-и за друмски теретни транспорт за ЕУ28 државе (табела формирана на основу података из (van Essen et al., 2019))

Категорије екстерних трошкова		Лака теретна возила	Тешка теретна возила
		[€/ct/vkm]	
1. Бука		1,1	5,85*
2. Загушење у саобраћају	Град	27,4	34,1
	Ван града	2,9	3,0
3. Саобраћајне незгоде		4,1	15,5
4. Загађење ваздуха	Бензин	1,17	/
	Дизел	3,37	9,38
5. Климатске промене	Бензин	2,56	/
	Дизел	2,77	6,48
6. Производња и експлоатација горива	Бензин	0,81	/
	Дизел	0,79	2,5
7. Нарушавање животне средине**	Бензин	0,86	/
	Дизел	0,93	2,4

* Просечна вредност за четири различите категорије тешких теретних возила (3,5 – 7,5 t; 7,5 – 16 t; 16 – 32 t; >32 t).

За прорачун се могу користити и просечни и маргинални јединични трошкови ЕТ-и. Која врста јединичних трошкова ће бити примењена зависи од циља прорачуна. Ако је циљ да се унапреди економска ефикасност постојећег система УТТ-а, онда је пожељно користити маргиналне ЕТ-е (van den Bossche et al., 2012). Међутим, ако је циљ да се одреде укупни ЕТ-и посматраног система, онда би прорачун требало извршити на основу просечних ЕТ-а (van den Bossche et al., 2012).

Узајамна повезаност негативних ефеката УТТ-а значајно отежава процене и прорачун ЕТ-а. На пример, ниво саобраћајних загушења утиче на количину емисије штетних гасова, број саобраћајних незгода и количину буке (Calthrop, Proost, 1998). Такође, теретна возила која се заустављају на коловозу ради обављања утовара/истовара, поред тога што доприносе настанку саобраћајних загушења (описаних у тачки 2.2.2.1), негативно утичу и на безбедност свих учесника у саобраћају (Browne et al., 2012). То има за последицу да се применом одређених иницијатива УЛ-е, које треба да смање одређену негативну екстерналију, утиче и на друге екстерналије у УТТ-у. Таква веза између узрока и свих последица је узајамна и веома комплексна, што значајно отежава *bottom-up* прорачун ЕТ-а УТТ-а.

2.4. Светска искуства у процени екстерних трошкова и истраживања у Републици Србији

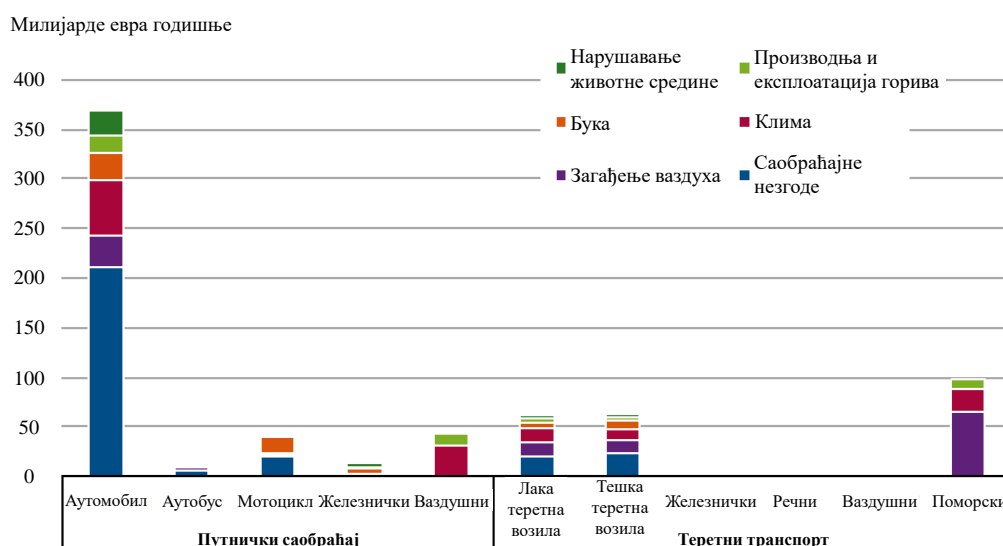
У овој тачки приказани су резултати идентификованих светских и домаћих искустава у одређивању ЕТ-а транспорта. У свету, а посебно у Србији, јако мало искустава је везано за градско подручје, а посебно када се говори о ЕТ-има теретног транспорта. Због тога ће у овој тачки, тамо где нема доступних искустава везаних за УТТ и његове негативне екстерналије, бити описана искуства у процени екстерних трошкова (теретног) транспорта генерално.

Широко познате и цитиране студије ЕТ-а у сектору (путничког и теретног) транспорта у ЕУ спроведене су на захтев Међународне железничке уније (енгл. *International Union of Railways UIC*). Верзија из 2011. године (van Essen et al., 2011), спроведена од стране *CE Delft, INFRAS and ISI*, односила се на податке из 2008. године, а претходна верзија из 2004. године на податке из 2000. године. Ранија истраживања спроведена су 1995. и 2000. године. Резултати ових студија показују да теретни транспорт ствара око 23% од укупних ЕТ-а, при чему друмски транспорт има највећи удео (слика 2.10). У овој студији такође се наводи да су маргинални ЕТ-и у градским подручјима знатно већи него они који настају ван градских подручја.



Слика 2.10. ЕТ-и по видовима транспорта (извор: van Essen et al., 2011, стр. 12)

Поред Међународне железничке уније, проценом ЕТ-а транспорта на захтев Европске комисије бавила се истраживачка и консултантска организација *CE Delft*¹⁴. У три верзије студије ова организација процењује ЕТ-е транспорта на националном нивоу у свим земљама Европске уније. Према овим новијим проценама ЕТ-и у ЕУ28 земљама за 2016. годину износе 841,1 милијарде евра, што је око 5,7% БДП-а. Око 27% односи се на теретни транспорт, од чега око 78% ствара друмски вид транспорта (van Essen et al., 2019). На слици 2.11. приказани су укупни ЕТ-и у ЕУ28 државама према проценама за 2016. годину.



Слика 2.11. Укупни ЕТ-и по видовима транспорта у 2016. години у ЕУ28 државама (без саобраћајних загушења) (извор: van Essen et al., 2019, стр. 127)

¹⁴ Интернет адреса ове организације је: <https://www.cedelft.eu/en>.

Марко Поло програм развијен је у циљу преусмеравања теретних токова са друма на железницу или коришћење еколошки прихватљивих возила за транспорт терета друмом. За предлоге пројеката за Марко Поло програм, у области теретног транспорта, развијен је калкулатор ЕТ-а у *MS Excel* окружењу (Brons, Christidis, 2012), који обухвата друмски, железнички, кратки поморски и транспорт унутрашњим пловним путевима. Циљ овог калкулатора је да се омогући поређење промене ЕТ-а, настале услед промене вида транспорта, која се предлаже у пројектним пријавама. Посебна верзија калкулатора намењена је за предлог пројеката промене активности у друмском транспорту. За прорачун ЕТ-а неопходно је унети податке о тренутном стању и податке о планираним променама транспортних активности (пређени пут, укупна и просечна количина терета који се превози и број празних вожњи), да би се применом јединичних трошкова, на бази тонских километара, израчунала разлика у ЕТ-има. Овај калкулатор првенствено је намењен за прорачун транспорта терета на великим релацијама и не обухвата детаље и специфичности друмског УТТ-а.

У Србији је 1997. године спроведено истраживање и процена ЕТ-а саобраћаја од стране стручњака из Саобраћајног института ЦИП (Cvetanović, Novaković, 1997) за 1990. годину као и процене на основу прогноза за 2004. и 2016. годину. Ове процене ограничене су на три врсте негативних ефеката: саобраћајне незгоде, бука и загађење у целини (без раздвајања на локалне и глобалне ефекте) и резултати за 1990. годину показују да ЕТ-и саобраћаја износе 2,6% од националног дохотка (689 милиона долара). У табели 2.6. приказана је структура ЕТ-а по видовима теретног транспорта. Остале категорије ЕТ-а биле су занемарене у истраживању због њиховог малог глобалног значаја, али је наглашено да на локалном нивоу, посебно у градовима, од суштинског интереса могу бити ЕТ-и саобраћајних загушења, ЕТ-и заузимања површина и слично.

Табела 2.6. ЕТ-и теретног транспорта 1990. године у Југославији (прилагођено на основу: Cvetanović, Novaković, 1997, стр. 134)

\$/1000 tkm	Друмски		Железнички	Ваздушни
	ЛТВ	ТТВ		
Незгоде	2,9	0,28	-	-
Бука	3,2	1,05	-	4,1
Загађење	17,7	1,12	3,4	47,8
Укупно	23,8	2,45	3,4	51,9

У раду (Glavić, Milenković, 2019) утврђено је да само једна од пет изабраних студија оправданости инфраструктурних пројеката у Србији и Р. Српској садржи процену неких екстерних ефеката. Резултати показују да економске користи због смањења загађења имају удео од 0,92%, смањења буке 0,09% и смањења утицаја на климатске промене

1,32% у укупним економским користима пројекта. Овакви резултати смањења екстерних ефеката могу се посматрати као екстерни бенефити. Последњих година, студије оправданости великих инфраструктурних пројеката у Србији, подразумевају квантификацију неких екстерних ефеката (саобраћајне незгоде, бука, загађење ваздуха и промена климе), у складу са водичем Европске комисије (ЕС, 2014). Поред тога, аутори наведеног рада (Glavić, Milenković, 2019) примећују да је за анализе трошкова и користи на локалном нивоу, потребно локално изучавати екстерне ефекте и трошкове и развијати локално прилагођене моделе.

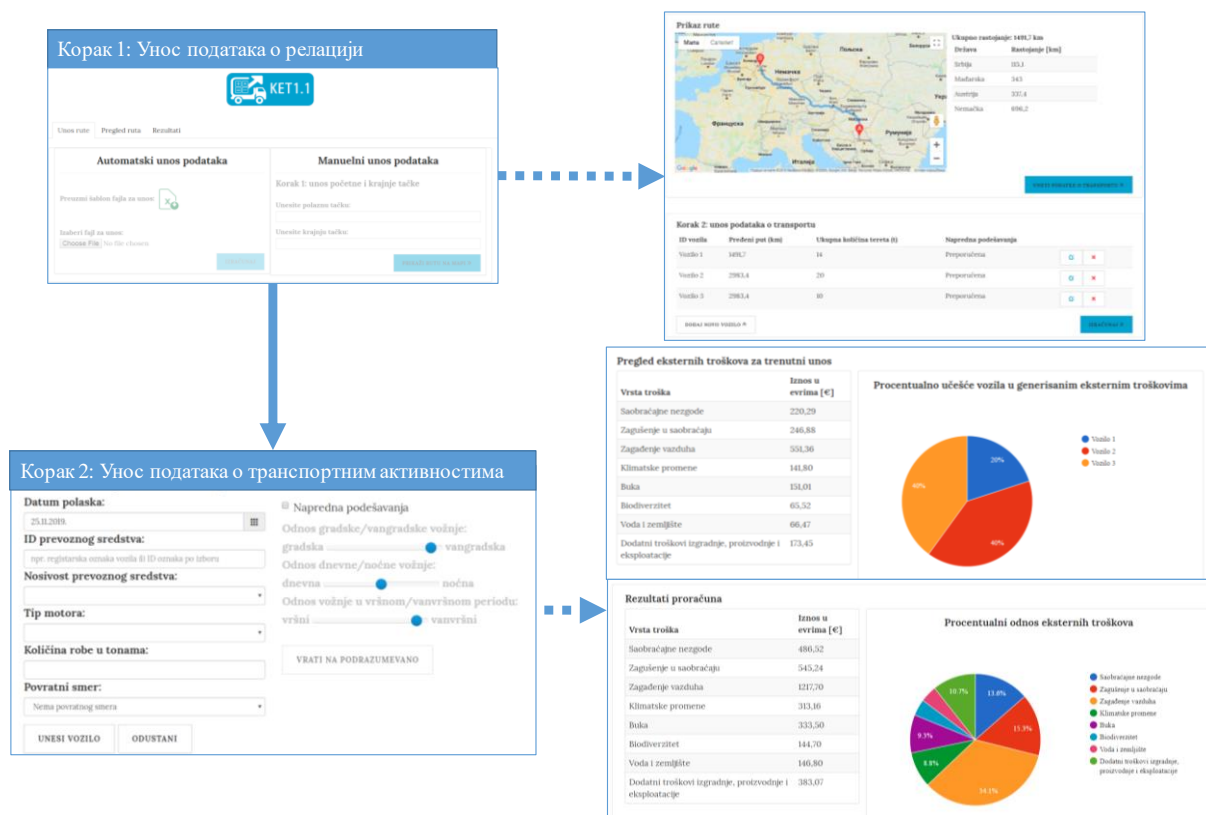
Што се тиче процене ЕТ-а транспорта на локалном нивоу (у градском подручју), такође су спроведена нека истраживања у Србији. У својој докторској дисертацији, проф. Басарић врши процену ЕТ-а путовања путничким аутомобилом у Новом Саду и долази до резултата да просечни ЕТ-и једног путовања у вршном периоду износе 1,62 € по путовању (Basarić, 2010). Додатно (Basarić et al., 2015), истражује утицај путничког саобраћаја и јавног превоза на стварање ЕТ-а. Њихови резултати показали су да би смањење коришћења путничких аутомобила за путовање у центар града са 50% на 40% смањило ЕТ-е за 970 € у јутарњем вршном периоду, а да би даље смањење на 33,5% смањило ЕТ-е за око 1500 € у јутарњем вршном периоду. Аутори овог рада нису се посебно бавили аспектима ЕТ-а УТТ-а.

У оквиру активности на пројекту TR36030¹⁵ финансираном од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије и као део истраживачких активности за ову докторску дисертацију, спроведени су одређени кораци за подизање свести о значају ЕТ-а друмског транспорта. Један од резултата ових активности је алат (калкулатор) за прорачун ЕТ-а друмских транспортних операција (KET1.0)¹⁶. Алат је детаљно описан у (Стојановић et al., 2017), а признат је као ново техничко решење на националном нивоу. Овај алат врши прорачун ЕТ-а транспорта, на основу унетих података о транспортним активностима од стране корисника алата (почетне и крајње тачке транспорта, врсте транспортног средства, начина транспорта, количине терета који се транспортује и слично) (слика 2.12). Унос података може се извршити појединачним уносом сваке возње, али и аутоматски, применом базе података у предефинисаном формату. Као резултат примене овог алата добијају се ЕТ-и унетих транспортних активности (на пример, активности возног парка једног предузећа) и бројни логистички показатељи у вези са ЕТ-а (износ ових трошкова по пређеном километру, по пређеном

¹⁵ Назив пројекта: Развој и примена оптимизационих метода у обликовању ланаца снабдевања и дистрибуције при обликовању дистрибуционог центра за логистичку подршку великосеријској производњи.

¹⁶ Алат је бесплатан и доступан на интернет адреси: <https://translogtr36030.ftn.uns.ac.rs/calculator.html>.

тонском-километру и тако даље). Овај алат намењен је за прорачун ЕТ-а транспортних активности возног парка или ланаца снабдевања. За примену таквог алата у системима УТТ-а неопходно је предузети даље кораке за развој модела и самог алата.



Слика 2.12. Основни кораци и резултати примене алата КЕТ1.0 (прилагођено на основу: Стојановић et al., 2017, стр. 5)

Прорачун ЕТ-а УТТ-а (без унутрашњих теретних токова), на подручју града Новог Сада, извршен је у раду (Veličković, Stojanović, 2013b). Резултати овог рада су показали да они, на годишњем нивоу, износе око 2,65 милиона евра, што је око 0,22% БДП-а оствареног од стране свих становника града Новог Сада. Поред тога, у раду (Veličković, Stojanović, 2013a; Veličković et al., 2018), извршена је анализа утицаја различитих мера које је могуће применити у циљу смањења ЕТ-а УТТ-а.

На основу приказаних искустава у овој тачки докторске дисертације може се закључити да се проценама ЕТ-а транспорта, генерално, придаје све већи значај у свету и код нас. У свету постоје пројекти и истраживања која се баве прорачуном и анализом ЕТ-а транспорта. Тек у последње време ова проблематика почела је да привлачи пажњу стручњака, а посебно када је реч о друмском транспорту. Међутим, када се посматра само теретни транспорт, приказана светска и домаћа искуства показују да процени ЕТ-а није посвећена довољна пажња. Посебно се ова празнина у искуствима примећује када се географско подручје ограничи на градско подручје, где су негативни ефекти

транспорта најизраженији, а њихова контрола најважнија. Такође се проценама ЕТ-а УТТ-а не приступа свеобухватно, већ се различита истраживања баве или једном конкретном или малим бројем категоријом ЕТ-а. Овакав резултат приказа и анализе светских и домаћих искустава недвосмислено потврђује актуелност теме и значај истраживања које се спроводи у овој докторској дисертацији. Наредни корак јесте да се утврде потенцијална решења за контролу и смањење ЕТ-а УТТ-а.

2.5. Резиме поглавља

У овом поглављу приказане су основне карактеристике екстерних ефеката и трошкова транспорта терета, као и тренутно стање истраживања објављених у научној и стручној литератури, са посебним освртом на екстерне ефекте и ЕТ-е УТТ-а. У складу са дефинисаним областима и границама истраживања, посебна пажња посвећена је друмском теретном транспорту у градском подручју, који је уједно и главни извор негативних ефеката и повезаних ЕТ-а у каналима дистрибуције. С тим у вези, у овом поглављу идентификоване су и описане најважније категорије негативних екстерналија УТТ-а. Такође, идентификоване су најважније карактеристике УТТ-а које доводе до стварања ЕТ-а.

На основу прегледа светских и домаћих искустава може се доћи до закључка да значај процене ЕТ-а транспорта не препознају само теоретичари, већ се њима баве и бројни пројекти од практичног значаја. Практични значај процене ЕТ-а транспорта повезан је, пре свега, са намером регулаторних тела различитих земаља, укључујући и земље ЕУ, да интернализују што већи део негативних екстерналија транспорта. Међутим, анализом приказаних искустава могу се идентификовати и одређена ограничења постојећих истраживања. Ту се мисли на недостатак свеобухватности прорачуна ЕТ-а УТТ-а и на географски опсег процене. Многа истраживања УТТ-а ограничена су на селективни прорачун, при чему су занемарене бројне категорије ЕТ-а транспорта. По питању географског опсега, може се закључити да се највећи број истраживања бави проценом на националном нивоу, док је процена ЕТ-а УТТ-а углавном само споредни део мањег броја радова.

Различите мере могу се предузети у циљу смањења ЕТ-а УТТ-а. Наредно поглавље посвећено је урбаној логистици, због тога што је управо такво смањење ЕТ-а један од основних ефеката различитих иницијатива и концепата (одрживе) урбане логистике.

3. ОСНОВЕ, ИНИЦИЈАТИВЕ И КОНЦЕПТИ УРБАНЕ ЛОГИСТИКЕ

*Пракса увек мора бити грађена на доброј теорији.
Леонардо да Винчи (1452 – 1519. године)*

У претходном поглављу описани су, пре свега, негативни ефекти УТТ-а. Такви ефекти су бројни и стварају бројне проблеме у градским подручјима. Како је даље описано, негативни ефекти УТТ-а стварају ЕТ-е, односно трошкове које тржиште не препознаје. Због тога, многи субјекти у градским подручјима трпе последице активности теретних возила у градским подручјима, за које нису одговорни и у којима чак нису ни учествовали. Зато је неопходно предузети одговарајуће мере, како би се ЕТ-и УТТ-а смањили. Мере усмерене на смањење ових трошкова темељно и детаљно се изучавају у оквиру урбане логистике (УЛ-е). Стога је ово поглавље посвећено основама урбане логистике, одрживог УТТ-а, иницијативама и концептима урбане логистике које имају утицај на ЕТ-е УТТ-а, као и очекиваним резултатима примене различитих иницијатива и концепата, односно решења урбане логистике.

3.1. Појам урбане логистике и кратка генеза истраживања

Људи генеришу захтеве за робом и теретне токове, а велика густина насељености у градовима централизује изворе и циљеве тих токова. Због концентрације извора и циљева теретних токова на релативно малим просторима, транспорт терета у градским подручјима ствара велике проблеме, о чему је било више речи у претходним поглављима (тачка 2.2.2). Велики број истраживања у урбаној логистици (енгл. *Urban Logistics*) бави се предлагањем мера за решавање ових проблема (Behrends, 2016). У литератури се за овај појам користе и други термини, на пример, градска логистика (енгл. *City Logistics*), а код нас је одомаћен и англизам сити логистика (Zečević, Tadić, 2006). У овој докторској дисертацији најчешће ће се користити термин урбана логистика, иако се, по потреби, може користити неки од друга два наведена термина.

Историја истраживања у области УЛ-е веома је кратка (Taniguchi, 2015). Неки истраживачи отпочели су са истраживањима и анализама теретних токова у градским подручјима још седамдесетих година (Hutchinson, 1974, према цитату у Taniguchi, 2015; Ogden, 1992; Roberts, Kullman, 1979). Појам „city logistics“ деведесетих година уведе немачки истраживачи (Kohler, 1997; Ruske, 1994), међутим они наведени појам користе само у контексту система обједињених испорука (енгл. *Joint Delivery Systems*). Такође

деведесетих година, јапански и холандски истраживачи (Taniguchi et al. 1995; van Duin 1997) почињу да се баве истраживањем УЛ-е и практично се они сматрају зачетницима истраживачког правца УЛ-е који данас познајемо. Оснивање „Института урбане логистике“ у Кјоту 1999. године може се сматрати прекретницом која симболизује почетак „златног доба“ УЛ-е (Anand et al., 2012b). Од 1999. године на сваке две године еминентни стручњаци из те области окупљају се поводом међународне конференције¹⁷ која је посвећена УЛ-и и размењују искуства и идеје. Осим тога, Организација за економску сарадњу и развој (енгл. *The Organisation for Economic Co-operation and Development*, скраћено *OECD*) оформила је радну групу за решавање економских, еколошких и друштвених проблема изазваних УТТ-ом. Ова радна група 2003. године публикује извештај, након чега је инициран велики број истраживачких и практичних пројеката. Неки од пројеката које је важно издвојити су: *BESTUFS I*, *BESTUFS II*, *Citylog*, *City Ports*, *City Freight*, *SUGAR*, *STRAIGHTSOL*, *CIVITAS*, *BESTFACT*, *NICHES*. Пројекти релевантни за истраживање које се спроводи у овој докторској дисертацији биће детаљније објашњени у даљем тексту, на местима на којима се помињу.

Постоји више дефиниција УЛ-е из различитих периода и од стране различитих аутора (Ewers, 1994 и Isserman, 1994, према цитату у Tadić, 2014; Taniguchi et al., 1999; Zečević, Tadić, 2006), али још увек не постоји опште прихваћена дефиниција (Tadić, Zečević, 2016b). Према најчешће цитираној дефиницији, приказаној у (Taniguchi et al., 2001, на стр. 2 и 3) на основу (Taniguchi et al., 1999), УЛ се описује као: „*процес тоталне оптимизације логистичких и транспортних активности појединачних компанија у урбаном простору узимајући у обзир саобраћајно окружење, гужву и енергетску потрошњу у оквиру тржишне економије*“. Из ове дефиниције може се увидети да су негативни ефекти транспорта и њихов утицај на окружење и економију сврстани у основне покретаче развоја УЛ-е.

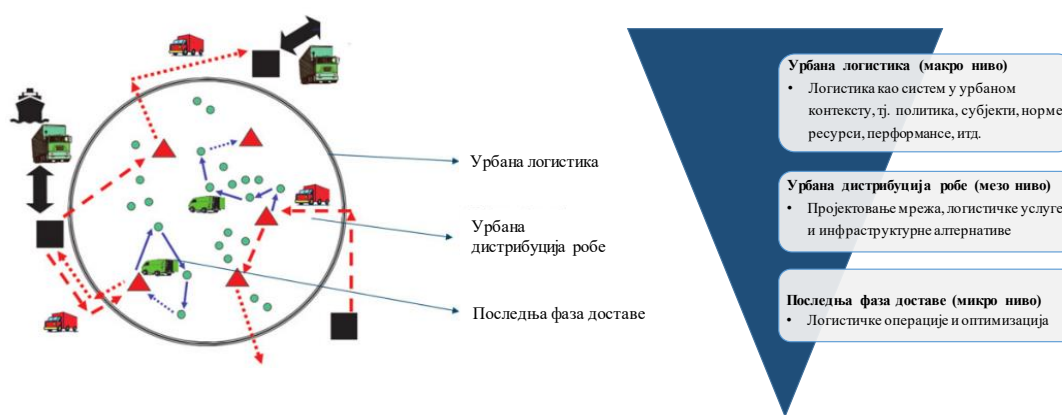
Домен УЛ-е класификује се у осам општих области које са бројним подкласама апстракују реални систем: субјекти, циљеви, кључни показатељи учинка, ресурси, иницијативе, истраживање и развој и остало (Anand et al., 2012b). У овој докторској дисертацији посебна пажња посвећена је иницијативама УЛ-е. Остале области местимично се спомињу у различитим контекстима, али у складу са предметом и границама истраживања, фокус неће бити на њима.

Ако се посматра са аспекта трошкова, УЛ има за циљ да минимизира друштвене трошкове, који се састоје од интерних (приватних) трошкова и ЕТ-а. Тачније, један од циљева јесте да се минимизирају укупни трошкови кретања терета у градским

¹⁷ Интернет адреса конференције: <http://www.citylogistics.org>.

подручјима, а да се притом смање еколошки, друштвени и шири економски трошкови (Taylor, 2006). Према томе, УЛ има задатак да смањи друштвене трошкове применом различитих иницијатива и концепата, односно применом решења која би смањила количину ЕТ-а, а да се интерни трошкови значајно не повећају.

Према функционалности, раздвајају се три нивоа УЛ-е (Cardenas et al., 2017): макро, мезо и микро. Ови аутори праве разлику између термина урбана логистика, који повезују са макро нивоом одлучивања, урбана дистрибуција робе, који повезују са мезо нивоом одлучивања, и последња фаза доставе (енгл. *last-mile delivery*), чије активности сврставају у микро ниво одлучивања (слика 3.1).

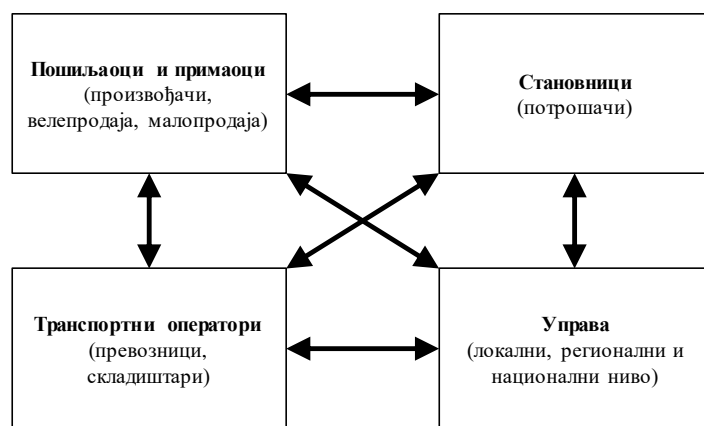


Слика 3.1. Функционални оквири УЛ-е (на основу: Cardenas et al., 2017, стр. 31 и 32)

У систему УЛ-е дешавају се бројни логистички процеси који, између осталог, подразумевају процесе набавке, производње, дистрибуције, транспорта терета, складиштења и токове информација (Pyza, 2011). Према томе, систем УЛ-е састоји се из бројних подсистема који су међусобно повезани. У литератури се често истиче да подсистем транспорта има најзначајнију улогу (Pyza, 2011) и да се највећи број истраживања у УЛ-и односи на УТТ (Tadić, 2014). Међутим, постоји потреба за интегрисаним приступом УЛ-и у целини, како би се побољшала слика о подсистему транспорта (Ambrosini, Routhier, 2004). Бројни истраживачи УЛ-е (Allen et al., 2012; Crainic et al., 2004; Gonzalez-Feliu, 2008; Russo, Comi, 2012; Tadić, 2014; Taniguchi et al., 1999; Zečević, Tadić, 2006) УТТ стављају у контекст одрживости.

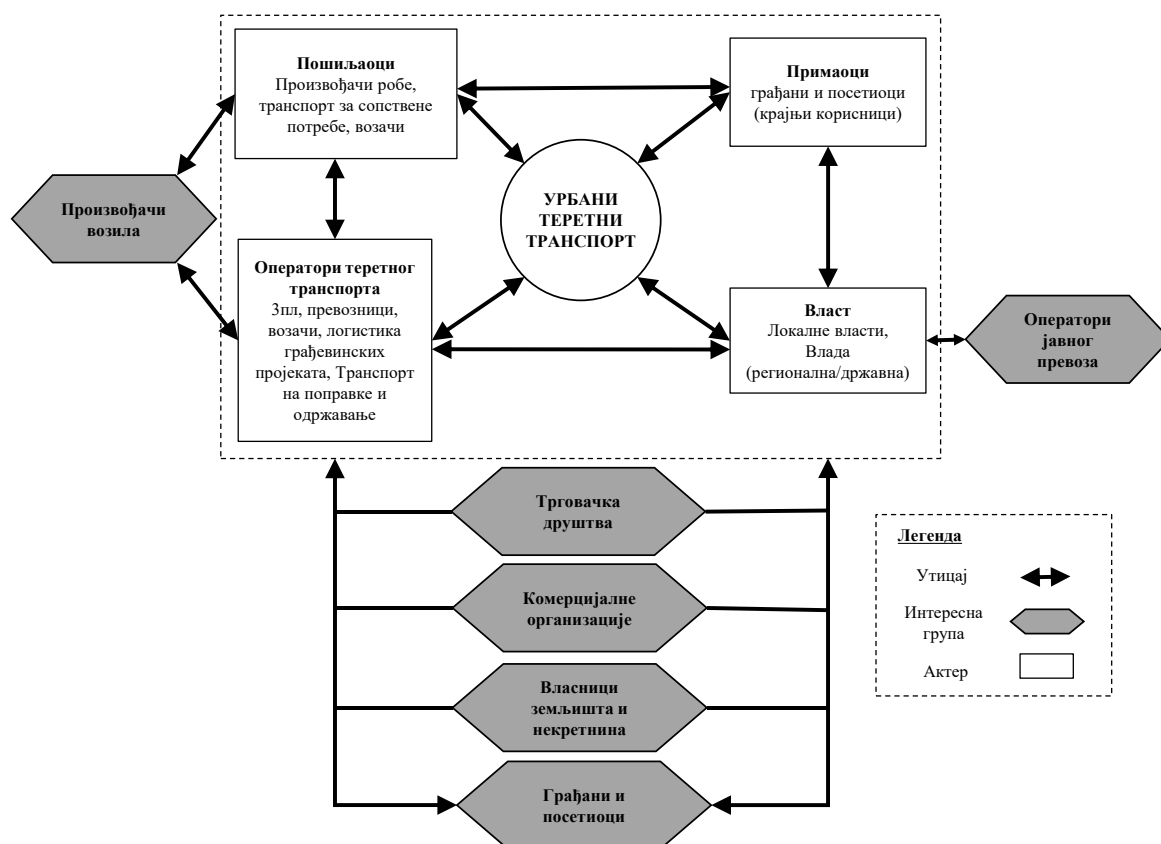
3.2. Односи између субјеката у урбаној логистици

Успешност примене неког решења УЛ-е зависи од различитих субјеката, односно интересних група за примену тог решења. Због тога је важно кратко се осврнути на субјекте који учествују у УТТ-у. Постоје четири кључне групе субјеката УТТ-а: пошиљаоци и примаоци, становници, превозници и управа (слика 3.2).



Слика 3.2. Кључни субјекти у УТТ-у (извор: Taylor, 2006, стр. 5)

Поред субјеката који директно учествују у планирању и реализацији УТТ-а, постоје и друге интересне групе на које УТТ, на неки начин, може да утиче. Због тога, аутори рада (Ballantyne et al., 2013) додатно наглашавају значај кључних субјеката назвавши их „актери“. Тако је створена могућност да се детаљније дефинишу интересне групе УЛ-е, односно да се класификацијом обухвате и субјекти који не учествују директно у УТТ-у. На слици 3.3, приказане су интересне групе УЛ-е, као и односи и везе између њих према овим ауторима.



Слика 3.3. Актери и остале интересне групе УЛ-е и њихова међусобна повезаност (Ballantyne et al., 2013, стр. 99)

Сваки од актера УЛ-е има своје захтеве и циљеве, који су веома често у конфликту. Пошиљаоци производе и шаљу пошиљке и они желе да максимизирају профит, ниво услуге и поузданост услуге (Anand et al., 2016). Пошиљаоци могу наступити и као превозници уколико имају возни парк за сопствене потребе. Примаоци су актери који се налазе у градском подручју и којима се терет допрема. Њихов циљ је да терет добију у одговарајућој количини и у право време. Превозници обављају физичко премештање терета са једног места на друго и имају циљ да минимизирају своје трошкове, пре свега повећањем ефикасности доставе. Градска управа има циљ да унапреди развој града, смањењем саобраћајних загушења, утицаја транспортних активности на животну средину, као и повећањем безбедности саобраћаја (Petrović Vujačić, Zečević, 2013).

Постоје бројне интересне групе које нису директно укључене, али могу имати користи или штету услед утицаја УТТ-а на њих. Становници града желе да негативни утицај УТТ-а на њихов живот и активности буде сведен на најмањи могући ниво. Поред тога, власници земљишта и некретнина желе да вредност њиховог власништва буде што већа, а трговачка удружења и организације имају задатак да штите интересе трговинских објеката. Према томе, у процесу доношења одлука у УЛ-и не треба занемарити интересе ових група.

Према улози, актери УЛ-е могу се поделити у две групе (Anand et al., 2012b): приватни и јавни. Група јавних актера углавном се састоји од управа (градске, регионалне и националне), док се у групу приватних актера сврставају пошиљалац, превозник и прималац. Највише конфликтних циљева има између приватних и јавних актера (Dolati Neghabadi et al., 2019). Због тога је веома важно међусобно разумевање између ова два типа интересних група УЛ-е, као и укљученост приватних у процес доношења одлука од стране јавних интересних група (Crainic et al., 2004).

Такође, према начину на који се односе према градском простору, субјекти УЛ-е могу се груписати на следећи начин (Gonzalez-Feliu, 2018): корисници простора и организатори простора. Корисници простора су интересне групе које директно користе (заузимају) одређени простор у градском подручју (на пример, крајњи корисници робе, малопродаја и слично). Организаторима простора сматрају се интересне групе чија је улога планирање и организација градског простора (на пример, локалне власти, планерске агенције, трговачке асоцијације и слично).

У зависности од концепта истраживања, субјекти УЛ-е могу се посматрати удружено или одвојено. На пример, за нека истраживања веома је битна разлика између пошиљалаца (који су најчешће произвођачи или велетрговци) и прималаца (најчешће малопродаја), док се у другим истраживањима они могу посматрати као једна група. Разлике се могу

огледати у начину и покретачима доношења одлука, величини и капацитетима, свести о животној средини и тако даље. Често се у литератури, становници наводе као посебна група, а пошиљаци и примаоци посматрају као једна група (Zečević, Tadić, 2006). Међутим, све строжи захтеви за допремом робе (што је пре свега последица развоја е-трговине) указују на растући значај становишта, у смислу да је сваки становник могући прималац.

Одлуке пошиљалаца о стратегијама ланца снабдевања одређују транспортну потражњу у смислу величине пошиљке, фреквенције, времена, прецизности доставе и флексибилности (Behrends, 2016). Такође, истиче се да је неопходна укљученост свих интересних група у процес планирања (стратешки, тактички и оперативни) и доношења одлука (Dablanc et al., 2011a), ради смањења негативног утицаја на животну средину. До данашњег дана, свест о утицају транспорта на животну средину значајно је порасла, па бројне компаније које нуде транспортне услуге спроводе различите мере за смањење негативних ефеката (Veličković et al., 2016). Међутим, када се говори о УТТ-у, спровођење мера за смањење негативних ефеката много је комплексније. Најчешћи разлози за то су: велики број различитих интересних група, конфликт интереса, изражени негативни ефекти и ЕТ-и УТТ-а, нејасна веза између негативних ефеката и интересних група и слично. Одрживи приступ решавању ових проблема детаљније је описан у наредној тачки 3.3.

Због честих конфликтних интереса развила се идеја сарадње између различитих интересних група УЛ-е. На основу ове идеје даље је у оквиру *CIVITAS* мреже¹⁸ развијен колаборативни приступ за решавање проблема УЛ-е под називом *CityLab*¹⁹. Циљеви овог приступа су дугорочни, подразумева се укљученост свих релевантних интересних група за решавање неког проблема, као и континуално праћење резултата и трансфер знања на друге градове. На тај начин идеје живе, док иницијативе и концепти УЛ-е, које су детаљније описане у тачкама 3.4 до 3.6, имају већу могућност успеха.

3.3. Принцип одрживости у урбаној логистици

УТТ, због значајних негативних ефеката, као што су емисије штетних гасова, бука, саобраћајне незгоде и саобраћајна загушења, ствара неодрживе системске и дугорочне промене, као што су промена климе, лоше здравље и безбедност људи, кашњења у испоруци и тако даље. Због оваквих директних и индиректних негативних ефеката УТТ-

¹⁸ Интернет адреса: <https://civitas.eu/>.

¹⁹ Интернет адреса: <http://www.citylab-project.eu/index.php>.

а на економију, животну средину и друштво, о којима је раније дискутовано (поглавље 2), УТТ треба посматрати и развијати у контексту одрживости.

Одрживост или одрживи развој подразумева развој који задовољава потребе данашњих генерација, без угрожавања способности будућих генерација да задовоље своје потребе (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987). Другим речима, треба направити баланс између начина спровођења одређених активности и њиховог дугорочног утицаја на људе и животну средину. Данас, када се говори о одрживости, обично се мисли на равнотежу између три области утицаја активности и то: економског, друштвеног и еколошког утицаја. Аутори извештаја (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2005) на Веновом дијаграму илуструју разлику између теоријске представе одрживости, реалног стања и промене коју је неопходно извршити како би се постигли циљеви одрживог развоја (слика 3.4). Таква промена подразумева посвећивање веће пажње компоненти друштва, а посебно компоненти животне средине, у односу на економску компоненту одрживих решења.



Слика 3.4. Области одрживог развоја (извор: IUCN, 2005, стр. 5)

У складу са дефиницијом одрживог развоја, може се дефинисати и термин одрживи транспорт. Према ауторима рада (Rodrigue et al., 2017), одрживи транспорт подразумева способност да се потребе друштва за мобилношћу реализују на начин на који се животна средина најмање оштећује и на који се потребе будућих генерација за мобилношћу не угрожавају. Према неким ауторима (Behrends et al., 2008), одрживи УТТ треба да испуни следеће задатке:

- да обезбеди приступачност транспортног система свим категоријама теретног транспорта;
- да смањи загађење ваздуха, емисија гасова стаклене баште, количина отпада и буку на ниво који не утиче негативно на здравље грађана или животну средину;
- да унапреди енергетску ефикасност и употребу ресурса, као и трошковну ефикасност теретног транспорта, узимајући у обзир и ЕТ-е;

- да допринесе унапређењу атрактивности и квалитета градског окружења, смањењем броја саобраћајних незгода и минимизирањем коришћења земљишта, без угрожавања мобилности грађана.

У прегледном раду о истраживањима у УЛ-и (Dolati Neghabadi et al., 2019), утврђено је да се одрживост помиње у различитим секторима УЛ-е, као што је одрживи УТТ (Holguín-Veras et al., 2016), одржива мобилност (Trentini, Malhéné, 2012) и планови одрживе УЛ-е (Morfoulaki et al., 2016). Развијеност свести и целокупно знање о концепту одрживости УТТ-а на веома је ниском нивоу. То потврђује истраживање приказано у (Lindholm, 2010), које је спроведено у циљу утврђивања стања свести о томе како теретни транспорт утиче на градско окружење и како ниво свести и знања локалних власти утиче на УТТ. Иако је од овог истраживања прошло више од једне деценије, до данас се није много тога променило, посебно у мање развијеним економским подручјима. Резултати тог истраживања су показали да низак ниво знања о проблемима УТТ-а, доводи до тога да нема довољно интересовања за решавање тих проблема у градским подручјима. Поред тога, бројни негативни ефекти УТТ-а постају све значајнији са повећањем транспортних захтева. Према томе, смањење негативних екстерналија УТТ-а највероватније је један од најважнијих циљева, како би се обезбедила приступачност, атрактивност и квалитет живота у градовима (van den Bossche et al., 2012).

Одрживи развој градова подразумева адекватан и јасан концепт одрживог развоја саобраћаја и транспорта, чији је важан и специфичан сегмент одрживи развој УЛ-е (Стојановић et al., 2012). У књизи „Одржива урбана логистика“ (Gonzalez-Feliu, 2018), у складу са компонентама одрживости, врстама теретних токова у градским подручјима, интересима субјеката и постојећим визијама одрживе УЛ-е, конструисана је јединствена дефиниција одрживе урбане логистике. Према аутору те књиге, одржива урбана логистика подразумева све логистичке и транспортне активности, у посматраном градском подручју, које су у складу са следећим принципима (Gonzalez-Feliu, 2018):

- Економски су одрживе и доприносе побољшању животне средине, квалитета живота, као и друштвених питања;
- Уклапају се у логику „четири А“²⁰ (или четири могућности) и имају визију сталног унапређења. Другим речима, да су потенцијалне логистичке шеме добро идентификоване, познате и јасне, да су могућности за примену мера за промену тренутног стања добро дефинисане, да су начини за смањење загађивача истраживани и да су утврђене антиципативне мере, а све то у динамичној и континуираној визији;

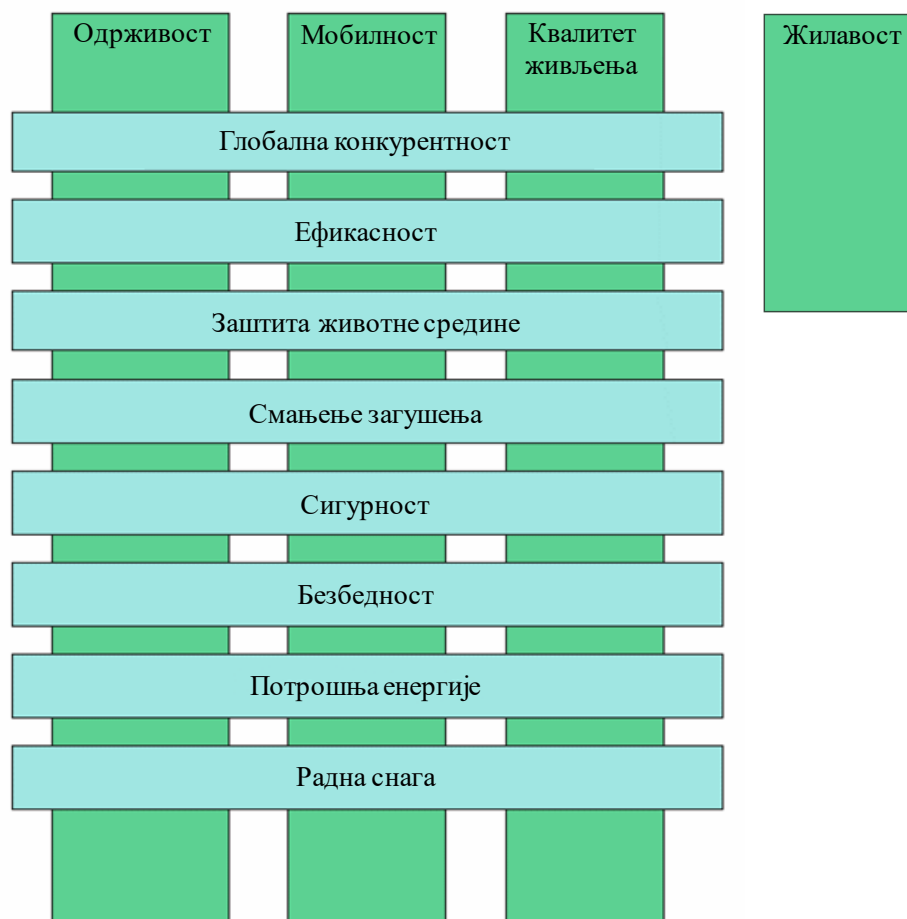
²⁰ За опис термина „четири А“ (енгл. *Awareness, Avoidance, Act and shift, Anticipation*) детаљнији опис у извору (Macharis, Kin, 2017).

- Да узимају у обзир интеракције између различитих интересних група и да предлажу решења која су прихватљива за различите интересне групе. Заиста, обе категорије интересних група (корисници и организатори урбаног простора), немају нужно исте циљеве и визије, тако да ће УЛ бити одржива само ако се све визије узму у обзир (чак и ако нису сви задовољни, њихова визија се мора барем узети у обзир и активности се морају оправдати, тако да сваки од ових актера разуме сврху предложених активности);
- Одрживост, у смислу користи у односу на одређени референтни ниво, мора бити могуће квантитативно и квалитативно проценити. Другим речима, важно је добити квантитативне резултате, који приказују потенцијалне или стварне користи, а који објашњавају зашто и како се могу остварити такве користи, ограничења предложених активности и кораке које је потребно предузети за спровођење жељених активности.

Одрживост представља један од основних циљева УЛ-е. Поред одрживости, основни циљеви УЛ-е су још и мобилност и квалитет живљења (слика 3.1). Жилавост или резилијентност²¹ (енгл. *Resilience*), постаје значајан фактор будућег развоја УЛ-е (Taniguchi, 2015). Хоризонталне везе између основних циљева, приказане на слици 3.1, представљају критеријуме за евалуацију решења УЛ-е.

Постоје бројни показатељи одрживости УЛ-е, који се, у складу са компонентама одрживости, могу класификовати у економске, еколошке и друштвене показатеље, али и техничке, оперативне и институционалне показатеље (Bašić, Veličković, 2016; Dobranskyte-Niskota et al., 2007). Као важни показатељ одрживе УЛ-е или одрживог УТТ-а, издвајају се укупни друштвени трошкови, а посебно ЕТ-и, јер они имају особину да кроз економске показатеље обухвате све три компоненте одрживости. У Белој књизи Европске комисије објављеној марта 2011 (ЕС, 2011) покренута је иницијатива за стратегију ка скоро- „нултој емисији урбане логистике“ до 2030. године. У овој публикацији наводи се да је важно да цене буду дефинисане правично и да се поремећаји избегну интернализацијом ЕТ-а. На тај начин ЕТ-и постају интерни трошкови и плаћа се правична цена. Такође, тако се може утицати на понашање субјеката УЛ-е. У складу са тиме, може се претпоставити да постојеће наплате за учествовање у саобраћају (таксе за горива, еколошке таксе и наплата путарине), утичу на понашање субјеката УЛ-е. Међутим, ти износи су много нижи од укупних ЕТ-а транспорта, па је и логично закључити да се тиме неће постићи неки крајњи циљеви, као што су „нулта емисија“, саобраћај без загушења или без саобраћајних незгода.

²¹ О значењу термина жилавост (резилијентност) више речи у докторској дисертацији (Maslarić, 2014).



Слика 3.5. Циљеви УЛ-е (вертикално) и критеријуми за евалуацију (хоризонтално)
(извор: Taniguchi, 2015, стр. 52)

За значајно смањење ЕТ-а неопходно је применити мере које утичу на смањење негативних ефеката УТТ-а и проузрокованих ЕТ-а. Европска комисија, у оквиру Студије урбаног теретног транспорта (MDS Transmodal, 2012), између осталог, препоручује подстицање ефикасне доставе и сакупљања терета у градским подручјима, у смислу оптимизације друштвених трошкова. Иако је, у циљу смањења негативних ефеката УТТ-а, интервенција јавног сектора оправдана, најефектније мере биле би оне које повећавају ефикасност дистрибуције за операторе УТТ-а и/или кориснике њихових услуга, а да при томе смањују ЕТ-е транспорта (MDS Transmodal, 2012).

3.4. Иницијативе и концепти урбане логистике

Истраживањем литературе идентификован је проблем терминологије који се јавља у контексту иницијатива УЛ-е, зато што се за исти појам у литератури могу наћи различити термини: концепти (Taniguchi, 2015), иницијативе (Tadić et al., 2017), решења (Quak et al., 2014), шеме (van Heeswijk et al., 2018), мере (Papoutsis, Nathanail, 2016) УЛ-е и слично. У даљем тексту, у том контексту, ће се користити термин иницијативе УЛ-е. Бројне

иницијативе могу се применити појединачно и комбиновано са другим иницијативама. Комбинована примена, као што је већ истакнуто у уводном делу дисертације, биће названа концепт УЛ-е. На пример, примена урбаних консолидационих центара (УКЦ-а) представља иницијативу УЛ-е. Исто тако, регулисање и подстицање вршења испорука у ноћним периодима представља иницијативу УЛ-е. Међутим, планирање и примена ове две иницијативе истовремено представља концепт УЛ-е, који подразумева комбиновани утицај ове две иницијативе. Ради подсећања, иницијативе и концепти УЛ-е, у овој дисертацији, назване су „решења УЛ-е“.

3.4.1. Врсте иницијатива урбане логистике

Различитост проблема и комплексност система УЛ-е довели су до развоја бројних иницијатива за решавање проблема УТТ-а. У оквиру *COST 321* пројекта (ЕС, 1998), по први пут су идентификоване иницијативе за решавање проблема УТТ-а и подељене су у шест група и то: логистичке иницијативе, иницијативе избора вида транспорта, иницијативе које се тичу цене транспорта, иницијативе планирања инфраструктуре, иницијативе управљања транспортом, иницијативе које се тичу начина вожње. Након тога су многи аутори, у зависности од задатака и циљева истраживања, на различите начине класификовали иницијативе УЛ-е (на пример, Allen et al., 2007; Ranieri et al., 2018; Russo, Comi, 2010; Tadić, Zečević, 2016a).

Задатак европског пројекта *BESTUFS* (енгл. *BEST Urban Freight Solutions*) је да се направи преглед имплементираних иницијатива УЛ-е и њихових резултата. Пројекат је спроведен у две фазе, *BESTUFS I* од 2000. до 2004. године и *BESTUFS II* од 2004. до 2007. године. Као финални резултат овог пројекта објављен је Водич добре праксе у УТТ-у (енгл. *Good Practice Guide on Urban Freight*) на 17 језика²² (Allen et al., 2007). Водич је подељен у три главна дела и то: (1) боља приступачност за теретна возила и приступи за решавање проблема утовара/истовара у градским подручјима, (2) решења последње фазе доставе и (3) урбани консолидациони центри.

На темељима пројеката *BESTUFS*, *PROMIT*²³ и *BESTLOG*²⁴ у периоду од 2012. до 2015. године спроведен је *BESTFACT* пројекат²⁵. Фокус овог пројекта био је на три међусобно

²² Интернет адреса: http://www.bestufs.net/gp_guide.html.

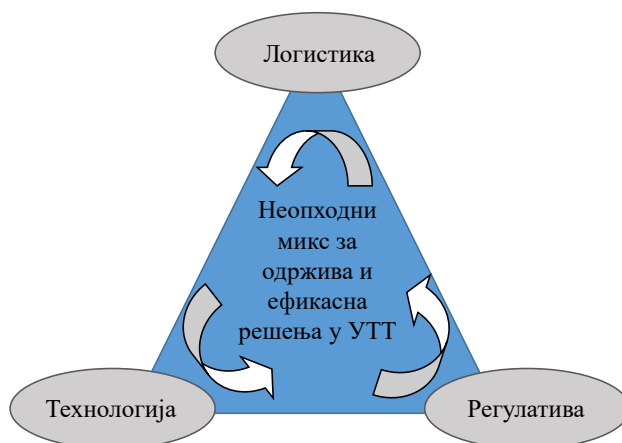
²³ Пројекат *PROMIT* (енгл. *Programme for Multimodal and Combined Transport*) намењен је промоцији интермодалног транспорта. Интернет адреса *PROMIT* пројекта: <http://www.promit-project.net>.

²⁴ Пројекат *BESTLOG* представља платформу за размену знања у области логистике у свим гранама привреде. Интернет адреса *BESTLOG* пројекта: www.elabestlog.org.

²⁵ Интернет адреса *BESTFACT* пројекта: <http://www.bestfact.net/>.

повезане области²⁶: УТТ, зелена логистика и ко-модалност и е-терет²⁷ (Planung Transport Verkehr [PTV], 2015). У оквиру УТТ-а, посебно су приказане четири врсте иницијатива: (1) нискоемисиона возила и возила без емисија, (2) видови транспорта алтернативни друмском транспорту, (3) урбани дистрибутивни центри, консолидација терета и утоварно-истоварне локације и (4) регулаторне мере у УТТ-у.

Још један значајан пројекат који је важно издвојити је *CIVITAS*²⁸ (енгл. *City Vitality Sustainability*). То је европски програм за подршку развоју одрживе урбане мобилности који је отпочет 2002. године и спроведен је у 4 фазе (*CIVITAS I* 2002-2006, *CIVITAS II* 2005-2009, *CIVITAS PLUS* 2008-2013 и *CIVITAS PLUS II* 2012-2016). УЛ је само једна од 10 области у којима би градови требали да имају користи од овог пројекта. Кроз *CIVITAS* програм је градским властима омогућено да планирају, имплементирају и контролишу иновативне мере за промоцију одрживе дистрибуције робе у градским подручјима (MDS Transmodal, 2012). За разлику од других тематских области, у области УТТ-а нису постигнути очекивани резултати, а главни разлог за то је што успех иницијатива УЛ-е не зависи само од градске управе, већ захтева и укљученост приватних компанија (van Rooijen, Quak, 2014). Поред тога, због конкурентних циљева и непознавања проблема других актера, проблеми УТТ-а врло често се решавају независно једни од других. Међутим, да би се побољшала одрживост УТТ-а неопходно је пронаћи праву комбинацију између три групе решења (слика 3.6): логистичка, технолошка и регулаторна решења.



Слика 3.6. Комбинација три групе решења одрживог УТТ-а (извор: Quak, 2011, стр. 39)

²⁶ Називи области, иницијатива и група иницијатива у овој подтачки преведени су у складу са оригиналним називима из извора, а не у складу са терминологијом која се користи у овој докторској дисертацији. За објашњење наведених термина погледати оригинални извор.

²⁷ Објашњење термина е-терет (енгл. *e-freight*) може се пронаћи у оквиру истоименог пројекта: <https://trimis.ec.europa.eu/project/european-e-freight-capabilities-co-modal-transport>.

²⁸ Интернет адреса *CIVITAS* пројекта: <https://civitas.eu/>.

Према предмету, иницијативе УЛ-е могу се поделити на (Russo, Comi, 2010): материјалне инфраструктурне иницијативе (градски терминали или урбани консолидациони центри, утоварно-истоварне зоне, посебне саобраћајне траке за теретна возила), иницијативе нематеријалне инфраструктуре (телематски системи, интелигентни транспортни системи, стандардизоване товарне јединице, еколошки прихватљива возила), иницијативе регулисања саобраћаја (временски оквири, мрежа за тешка теретна возила, наплата коришћења деонице, ограничење приступа возилима одређене носивости, контрола искоришћења товарног капацитета возила, зоне ниске емисије).

Према покретачу (доносиоцу одлука), иницијативе УЛ-е могу да се поделе на: политичке и не-политичке (Tadić, Zečević, 2016a). Јавни сектор одговоран је за покретање политичких, а приватни за покретање не-политичких иницијатива. Политичке иницијативе даље се могу поделити на: регулаторне, тржишне, иницијативе усмерене на планирање коришћења земљишта и инфраструктурне иницијативе (табела 3.1).

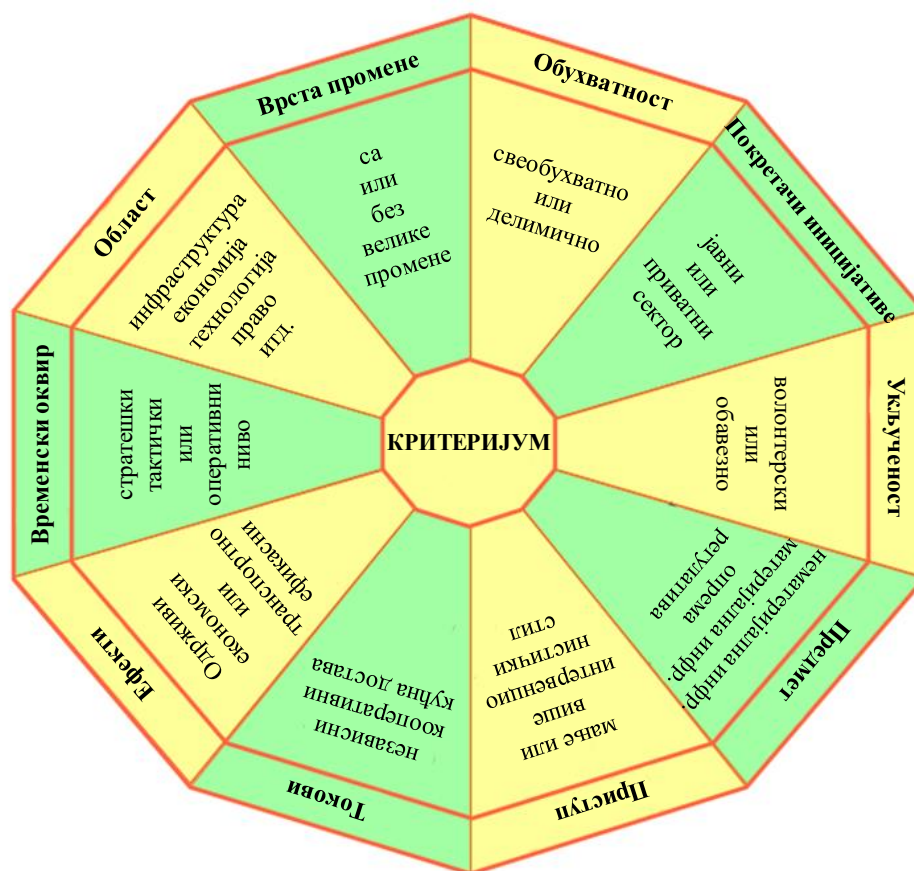
Због великог броја различитих класификација, аутори Тадић и Зечевић (Tadić, Zečević, 2016a), на основу истраживања литературе, идентификују десет области које би могле да утичу на резултате иницијатива УЛ-е: обухватност, покретачи иницијативе, укљученост, предмет, приступ, токови, ефекти, временски оквир, област, врста промене (слика 3.7).

Када се посматра са аспекта негативних ефеката УТТ-а, аутори рада (Browne et al., 2012) издвојили су карактеристике УТТ-а које доводе до стварања негативних ефеката. Ове карактеристике приказане су у табели 3.2. За сваку од наведених карактеристика, ови аутори наводе иницијативе које је могуће применити у циљу смањења негативних ефеката и идентификују регулаторни ниво на који се наведене иницијативе односе. Поред тога, у раду (Herzog, 2010), извршена је систематизација иницијатива УЛ-е према главним актерима одговорним за њихову примену, према негативним ефектима УТТ-а које иницијатива треба да реши и према временском периоду потребном за успешну примену иницијативе (табела 3.3).

У зависности од временског периода у коме би требале да дају резултате, иницијативе УЛ-е могу се поделити на: краткорочне, средњорочне и дугорочне. Аналогно томе, по основу доношења одлука, иницијативе се могу поделити на: стратешке, тактичке и оперативне (Russo, Comi, 2010).

Табела 3.1. Политичке иницијативе УЛ-е (извор: Cardenas et al., 2017, стр. 27)

Врста иницијативе	Мера
Регулаторне	Временски оквири и доставе ван радног времена
	Рестрикција масе и величине возила
	Зоне ниске емисије
	Зоне успореног саобраћаја
	Рестрикције врсте и типа возила (карго бицикли, лака урбана теретна возила, тешка теретна возила)
Тржишне	Наплата за коришћење градских саобраћајница
	Наплата због загушења саобраћаја
	Наплата паркирања
Иницијативе усмерене на планирање коришћења земљишта	Паркинг простори
	Логистичке зоне
	Објекти за утоварно-истоварне операције ван коловоза
Инфраструктурне иницијативе	Обележене површине на коловозу за утоварно-истоварне операције
	Саобраћајне траке намењене одређеним возилима
	Урбани консолидациони центри и урбани претоварни терминали



Слика 3.7. Оквир за структурисање иницијатива УЛ-е (извор: Tadić, Zečević, 2016a, стр. 246)

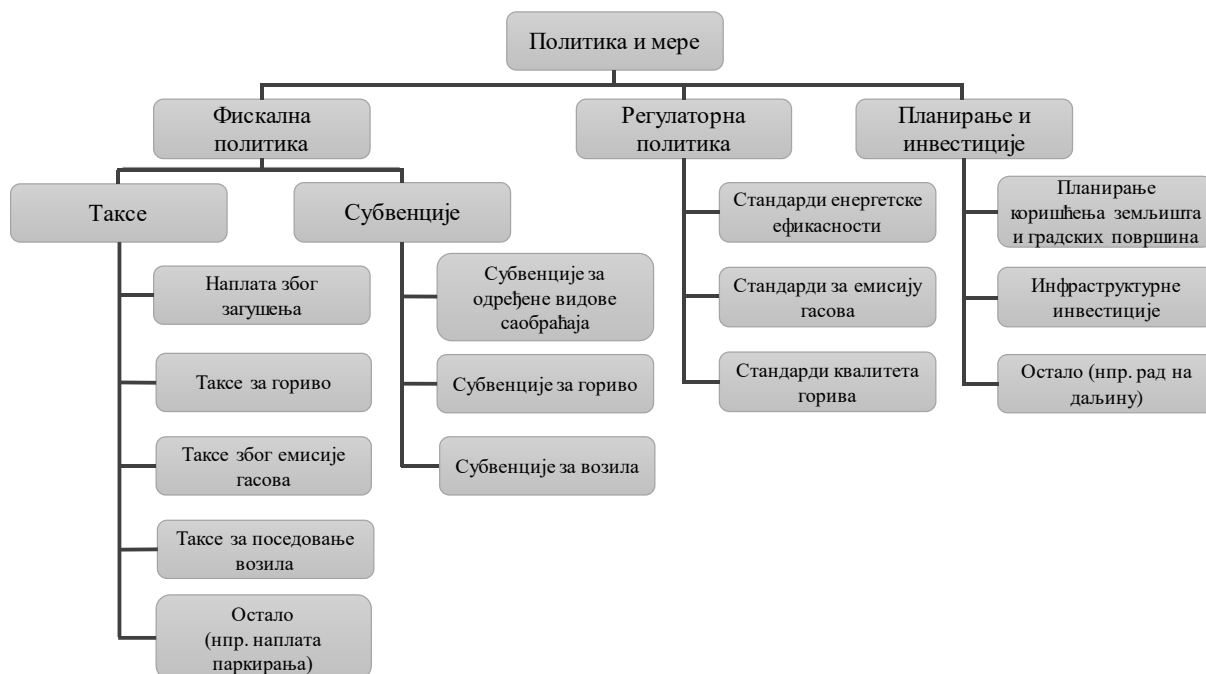
Табела 3.2. Карактеристике УТТ-а које стварају негативне ефекте и иницијативе које се могу применити за смањење негативних екстерналија (извор: Browne et al., 2012, стр. 4)

Карактеристике	Неке од мера које се могу применити у циљу смањења негативних ефеката	Најнижи регулаторни ниво за примену мера
Укупни v_{km} или број вожњи по деоници у градском подручју	Консолидација теретних токова	Градски
	Фреквенција поручивања и доставе	Градски
	Прелазак са једног на други вид транспорта	Национални / градски
	Таксе за гориво	Национални
	Локација активности (коришћење земљишта)	Градски
	Наплата због саобраћајних загушења	Градски
	Регулисање паркирања / Простор за утовар/истовар на коловозу	Градски
	Информације о саобраћају у реалном времену	Градски
Потрошња горива по пређеном v_{km}	Понашање возача	Градски
	Дизајн погонског агрегата на возилу	Међународни / национални
	Дизајн возила (аеродинамика)	Међународни / национални
	Додавање биогорива нафтним мешавинама	Национални
	Усклађивање возила и терета	Градски
	Коришћење возила која нису са погоном на фосилна горива (укључујући бицикле)	Национални / градски
	Коришћење бицикала	Градски
Емисије локалних загађивача по пређеном v_{km}	Стандарди емисије за погонске агрегате (Еуро стандарди и друге иницијативе)	Међународни
	Примена уређаја за смањење емисије гасова и чврстих честица	Национални
	Зоне ниске емисије	Градски
Ниво буке по доставној вожњи	Понашање возача	Градски
	Дизајн возила	Међународни / национални
	Могућност за искључивање звучног сигнала за кретање уназад	Градски
	Пројектовање површина за пријем возила	Градски
	Ограничења времена утовара/истовара	Градски
Ризик од учешћа у саобраћајној незгоди по пређеном v_{km}	Понашање возача	Градски
	Дизајн возила (помоћни ретровизори)	Градски
	Флуоресцентна опрема за бициклисте	Градски

Табела 3.3. Иницијативе УЛ-е према интересној групи заинтересованој за њихово спровођење (прилагођено на основу: Herzog, 2010, стр. 15)

Интересна група	Иницијатива	Проблеми које иницијатива треба да реши					Временски хоризонт
		Загушење / Обим саобраћаја	Емисија ГСБ и локални квалитет ваздуха	Бука	Безбедност саобраћаја	Оштећење инфраструктуре	
Локална власт	Примена регулатива	✓			✓	✓	краткорочна
	Измештање транзитног саобраћаја	✓	✓	✓	✓	✓	краткорочна – средњерочна
	Рестрикције приступа	(✓)		✓		✓	краткорочна
	Наплата за коришћење саобраћајница и издавање посебних дозвола	✓	✓		✓	✓	средњерочна
	Превенција погрешних скретања	✓	✓	✓			краткорочна – средњерочна
	Управљање саобраћајним просторима	✓			(✓)		краткорочна – средњерочна
	Утоварне зоне и управљање локалним саобраћајним токовима	✓					краткорочна – средњерочна
	Истоварне станице у близини места испоруке	✓					средњерочна
	Планирање града	✓	✓	✓	✓		средњерочна – дугорочна
Државна власт	Законски оквири, економски и просторни планови и стратегије	✓	✓	✓	✓	✓	средњерочна – дугорочна
	Емисиони стандарди		✓	✓			краткорочна – дугорочна
	Селективно опорезивање		✓	✓			краткорочна – дугорочна
	Режим техничког прегледа возила		✓	✓	✓	✓	средњерочна – дугорочна
	Опорезивање, тарифно регулисање или пословно лиценцирање	✓	✓				средњерочна – дугорочна
Приватна индустрија	Консолидација товара / претовар	✓	✓		✓	✓	средњерочна – дугорочна
	Побољшање перформанси испоруке и ефикасности руте	✓					краткорочна – средњерочна
	Провајдер логистичких услуга за одређено градско подручје	✓					дугорочна
	Подршка логистичким процесима кроз информисање	✓					дугорочна

За смањење ЕТ-а УТТ-а могу се применити различите иницијативе УЛ-е. Поред тога, на слици 3.8. приказани су и класификовани различити инструменти за интернализацију и/или смањење ЕТ-а УТТ-а. Ови инструменти класификовани су у три групе: фискална политика, регулаторна политика и планирање и инвестиције.



Слика 3.8. Класификација регулатива и мера за смањење ЕТ-а УТТ-а (извор: Timilsina, Dulal, 2011, стр. 5)

Код многих иницијатива УЛ-е може постојати проблем идентификације начина организације транспорта. На пример, збирни транспорт и пун товар се у погледу начина организације транспорта значајно разликују. У том смислу, нека иницијатива може бити лош избор за решавање проблема које изазива транспорт пуних товара, а добар избор када је у питању збирни транспорт (Quak, 2011). Према томе, веома је важно приликом избора одређене иницијативе добро дефинисати параметре проблема који би та иницијатива требало да решава. Такође, одабир, прихватљивост, успешна имплементација и одрживост решења захтевају анализу основних карактеристика потенцијалне иницијативе УЛ-е.

Аутори рада (Ranieri et al., 2018) спроводе истраживање о доприносу савремене научне литературе, која се бави иницијативама УЛ-е, у смислу смањења ЕТ-а транспорта. У табели 3.4 приказане су иновативне нека решења која се могу применити у циљу смањења ЕТ-а УТТ-а. Ова решења смањују ЕТ-е тако што утичу на један од три фактора и то: потражњу за теретним транспортом, одређену негативну екстерналију и/или просечну брзину кретања возила.

Табела 3.4. Фактори на које утичу иницијативе за смањење ЕТ-а УТТ-а (прилагођено на основу: Ranieri et al., 2018, стр. 11)

Врста иницијативе	Утицај		
	Потражња за транспортом	Емисиони фактор	Просечна брзина
Иновативна возила		×	
Блиске доставне станице	×		
Колаборативна и кооперативна решења	×		
Оптимизација транспорта и рутирање	×	×	
Регулаторне и инфраструктурне иновације	×	×	×

На основу приказаних класификација и типова иницијатива, може се видети да се урбани консолидациони центри (УКЦ-и) издвајају, као посебно важно решење, у многим пројектима и истраживањима. Европска комисија, у оквиру публикације „Зелена књига – Ка новој култури урбане мобилности“ (СЕС, 2007), наводи да урбана дистрибуција робе захтева неки начин раздвајања теретних токова на дугим релацијама и токова у градском подручју. Такође, у оквиру *CIVITAS* пројекта издвојена је посебна целина која се тиче консолидације теретних токова у градским подручјима (Verlinde et al., 2012). УКЦ-и омогућавају лакшу и ефикаснију примену многих других иницијатива УЛ-е. Са друге стране, применом додатних иницијатива УЛ-е у комбинацији са урбаним консолидационим центрима, повећава се ефикасност и ефективност консолидације теретних токова. Због тога је, у овој докторској дисертацији, посебна пажња посвећена концептима који подразумевају комбинацију урбаних консолидационих центара и других (додатних) иницијатива УЛ-е, у циљу постизања бољих резултата у погледу смањења ЕТ-а УТТ-а.

3.4.2. Опис најзначајнијих иницијатива урбане логистике за смањење екстерних трошкова урбаног теретног транспорта

У наредним тачкама детаљно су описане најзначајније иницијативе и концепти УЛ-е, у циљу разумевања њиховог утицаја на УТТ, а посебно на ЕТ-е УТТ-а.

3.4.2.1. Урбани консолидациони центри

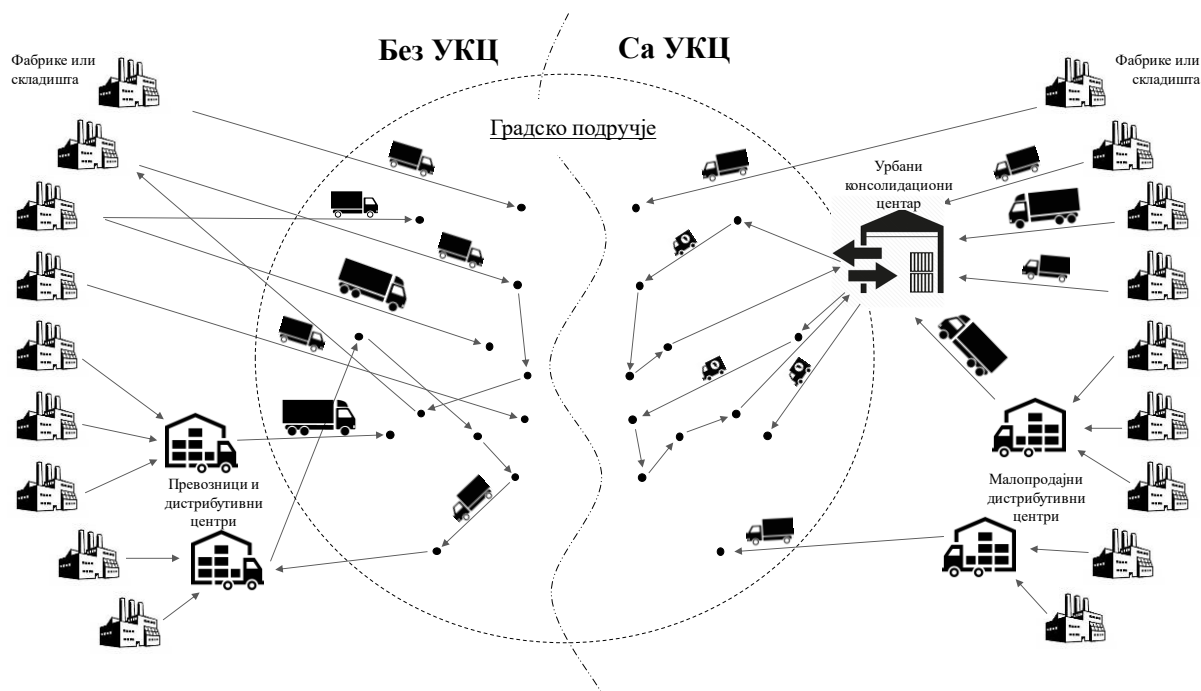
Консолидација пошиљки представља логистичку стратегију која подразумева груписање више мањих пошиљки са истим одредиштем, тако да се испорука врши једним возилом, у циљу постизања економије обима (Ülkü, 2012). Користећи управо овај принцип, појединачна предузећа, која као транспортну јединицу користе пакет или палете, много година су била успешна у смањењу трошкова дистрибуције консолидовањем пошиљке

путем регионалних или националних дистрибутивних центара. Такви дистрибутивни центри или чворишта прихватају терет од добављача и деле улазне пошиљке тако да се формира пуни товар, који се потом превозио од дистрибутивног центра до разних услужних дестинација. Међутим, овакав начин консолидације има тенденцију да се фокусира само на повећање ефикасности у оквиру појединачних ланца снабдевања. У зависности од количине терета који је намењен за једну локацију, један пуни товар из дистрибутивног центра може да се састоји од више пошиљака за низ локација у суседним градовима.

Неопходан елемент за ефикасно управљање теретним токовима у градским подручјима, јесте изградња/отварање урбаног консолидационог центра (скр. УКЦ; енгл. *Urban Consolidation Centre*). УКЦ-и су специфични типови урбаних логистичких објеката (Trentini et al., 2015). Сврха отварања УКЦ-а јесте прикупљање пошиљки од различитих пошиљалаца (односно превозника или логистичких оператора), њихово сортирање и консолидација, као и испорука еколошки прихватљивим возилима, плански и организовано.

Постоји веома велики број термина који се користе за описивање различитих логистичких терминала који се, у мањој или већој мери, могу разликовати. Због тога је важно дефинисати појам УКЦ-а. Аутори студије (Allen et al., 2007, стр. 18) дефинишу УКЦ, у савременом смислу, као: „Логистички објекат који је лоциран у релативној близини географске области коју опслужује (било да је то центар града, цео град или конкретна локација као што је шопинг центар) и у који многе логистичке компаније достављају робу намењену подручју које се опслужује, а из кога се врше консолидоване испоруке у област која се опслужује и у коме бројне друге додатне логистичке и малопродајне услуге могу бити пружане“. Ова дефиниција сматра се адекватном за описивање појма УКЦ, који се користи у овој дисертацији.

Терет из УКЦ-а транспортује пуним возилима за унутрашњу испоруку у градском подручју. Резултат тога је мањи број кретања теретних возила у градском подручју, као што је приказано на слици 3.9 (десно). Неконсолидовани урбани теретни токови приказани су на слици 3.9 (лево).



Слика 3.9. Традиционални приступ (лево) у односу на приступ консолидованих теретних токова (десно) у градском подручју (прилагођено на основу: Allen et al., 2014; Correia et al., 2012; Quak, 2008)

Према географском подручју деловања могу се разликовати три типа УКЦ-а и то (Allen et al., 2007):

1. УКЦ за одређено подручје;
2. УКЦ за локације са једним власником;
3. УКЦ за специјалне пројекте.

Консолидација теретних токова за градска подручја веома је актуелна тема у академским круговима. Такође, постоје многи примери практичне примене ове иницијативе и многи од њих идентификовани су и приказани у (Allen et al., 2012). Локалне власти последњих година веома су заинтересоване за управљање теретним токовима у градским подручјима, због тога што ови токови стварају велике проблеме. Овакав тип УКЦ-а омогућава градским властима да успоставе могућност бољег управљања урбаним теретним токовима и да успоставе бољу везу са транспортним и логистичким компанијама које врше транспорт терета у граду.

Под УКЦ-ом за одређене локације са једним власником најчешће се подразумева УКЦ за опслуживање аеродрома, шопинг центара и болница. Малопродајни објекти у шопинг центрима могу имати значајне користи од измештања одређених активности у УКЦ-е (Johansson, Björklund, 2017). Неки аутори (Browne et al., 2005) такође наводе да су

потенцијални ефекти увођења УКЦ-а за снабдевање шопинг центра много већи него ефекти УКЦ-а за, на пример, цело градско подручје.

УКЦ-и за снабдевање градилишта су најраспрострањенији тип УКЦ-а за специјалне пројекте Грађевинска индустрија се сматра као мање оријентисана ка коришћењу савремених логистичких техника у односу на друге привредне секторе, као што су, на пример, малопродаја и аутомобилска индустрија. Полазећи од ове чињенице, добија се мноштво могућности да се унапреди ланац снабдевања у грађевинској индустрији, од којих је консолидација теретних токова једно од потенцијалних решења које може бити коришћено. Специфичност овог типа УКЦ-а јесте ограничено време трајања пројекта, а самим тим и УКЦ-а као таквог. Истраживањем ефикасности и утицаја овог типа УКЦ-а бавили су се истраживачи на пројекту познатом под акронимом *SUCCESS*²⁹.

Према условима коришћења, УКЦ-и се могу поделити на принудне и добровољне. Принудни УКЦ подразумева да се одређени теретни токови (за одређени део града, одређена врста терета и тако даље) морају допремати преко УКЦ-а, а добровољни остављају могућност актерима у УЛ-и да се одреде да ли ће користити услуге УКЦ-а.

У овој докторској дисертацији фокус је на УКЦ-има за опслуживање целог градског подручја и у даљем тексту ће се под термином УКЦ подразумевати центар за консолидацију теретних токова у целом градском подручју. Консолидациони центри оваквог типа обично спадају у добровољне УКЦ-е (Allen et al., 2014). Међутим клаузула обавезности коришћења се и код њих може интегрисати применом различитих индиректних инструмената (као што су, рецимо, регулаторне мере).

УКЦ-и су објекти које најчешће, али не и искључиво, оснују градске власти због тога што они спадају у градске инфраструктурне иницијативе. Основни циљ УКЦ-а је смањење броја теретних возила која улазе у градско подручје. Шири циљ УКЦ-а није само да консолидује део теретних токова ради смањења броја возила која улазе у град, већ и да се контролише врста и структура возног парка за локалне испоруке. На тај начин би се лакше и ефикасније могло управљати негативним ефектима УТТ-а на друштво и животну средину. Применом УКЦ-а могу се остварити позитивни ефекти са аспекта окружења и друштва услед ефикаснијих и еколошки прихватљивијих транспортних операција унутар града (Tadić et al., 2014b).

УКЦ-и имају тенденцију да остваре вишеструке позитивне ефекте. Најчешћи очекивани ефекти повезани су, пре свега, са смањењем саобраћајних загушења, као и са смањењем

²⁹ Интернет адреса пројекта: <http://www.success-urbanlogistics.eu/>.

загађења ваздуха. Неки од очекиваних ефеката који се могу издвојити су (систематизовано на основу следећих извора: Browne et al., 2005; Correia et al., 2012; Dablanc et al., 2011b; Johansson, 2018):

- смањење саобраћајних загушења;
- побољшање квалитета ваздуха;
- смањење међусобног ометања возила на истоварним местима;
- повећање безбедности саобраћаја кроз смањење конфликта између доставних возила и других учесника у саобраћају, укључујући и бициклисте и пешаке;
- већи ниво услуге за примаоце у градским подручјима;
- могућност понуде додатних услуга;
- омогућавање трговцима да повећају своје продајне површине;
- смањење трошкова у продајним објектима, како у смислу транспорта и складиштења, тако и смислу особља;
- максимална доступност залиха и асортимана производа;
- мотивисање особља и обезбеђење потребних услова да се они фокусирају на купце;
- спречавање или смањивање крађа;
- и тако даље.

Иако је потенцијално смањење утицаја теретних возила на целокупан саобраћај у оквиру одређеног подручја, један од главних разлога увођења УКЦ-а, постоји јако мало литературе у којој се квантификује утицај на саобраћајна загушења. Резултати који се приказују углавном се односе на смањење броја возила одређеног типа и/или на смањење активности (броја пређених возило километара) теретних возила у градском подручју.

Када се посматра утицај на ланце снабдевања, постоје докази у литератури да УКЦ-и имају потенцијалне могућности да побољшају управљање ланцима снабдевања. У неким изворима (Allen et al., 2014) наводи се да услуге додате вредности (енгл. *Value-added services*) могу повећати ефикасност и еластичност ланца снабдевања. Међутим, у многим примерима процене утицаја УКЦ-а не посвећује се посебна пажња утицајима на целокупни ланац снабдевања. Претпоставка је да је то последица сложености многих ланаца снабдевања и укључености великог броја различитих актера, што отежава идентификовање и расподелу користи.

Као резултат услуга које УКЦ пружа, може да се ослободи додатни простор на местима испоруке за друге активности, које су продуктивније и профитабилније (као што је, на пример, продајни простор у малопродаји). Отклањањем држања залиха са, на пример, места продаје у малопродаји и премештањем тих залиха у УКЦ, у продавници може да

се ослободи додатни простор. Ако УКЦ нуди напредну услугу доставе, са флексибилнијим и поузданијим временима доставе, може да се постигне већа доступност производа и може се повећати обим продаје или продуктивност. Консолидација теретних токова омогућава смањење броја испорука. Тако се смањују поремећаји свакодневних пословних процеса и потребна радна снага за пријем вишеструких испорука, што доводи до побољшања планирања радне снаге и продуктивности на местима испоруке.

Проблеми у виду уско ограниченог времена испоруке или гужви на местима утовара/истовара, често су узрочници великих губитака транспортних и логистичких компанија. Ови проблеми се могу превазићи организацијом пријема и испоруке терета преко добро опремљених УКЦ-а, по много флексибилнијим временима (потенцијално 24 сата дневно, седам дана у недељи) и са расположивим особљем да прими пошиљку.

УКЦ-и су, у литератури, идентификовани као једна од најважнијих иницијатива УЛ-е (Gonzalez-Feliu, 2019). Иако је УКЦ веома актуелан и примењиван и у пракси, у многим случајевима покушаји примене ове иницијативе били су неуспешни. Неки од разлога неуспеха који се могу издвојити су (Allen et al., 2012; Vahrenkamp, 2016; van Duin et al., 2010):

- финансијска неефикасност концепта;
- УКЦ не привлачи довољну количину терета;
- недовољна укљученост актера УЛ-е у процес планирања и доношења одлука;
- избор адекватног доставног возног парка;
- локација УКЦ-а.

Бенефити које УКЦ-и омогућавају, у погледу активности возила, односе се на теретне токове, који се допремају преко УКЦ-а. Међутим, основни проблем представља чињеница да је одзив актера УЛ-е да користе услуге УКЦ-а, као и обим теретних токова који се консолидује, често занемарив у односу на укупне урбане теретне токове (Allen et al., 2012). Зато је важно развити одговарајући пословни модел, који би привукао довољан број корисника услуга УКЦ-а и на тај начин створио економију обима и финансијску самосталност УКЦ иницијативе. У складу са тиме препоручују се јавно-приватна партнерства за дефинисање адекватног пословног модела УКЦ-а (Gonzalez-Feliu et al., 2014b).

Даља разрада идеје класичног система консолидације довела је до развоја двофазног (енгл. *two-echelon*) УТТ-а у градовима, увођењем сателита за претовар са већих на мања градска доставна возила. У раду (Crainic et al., 2011) аутори су описали моделе рутирања и лоцирања објеката у двофазном систему УТТ-а. Препорука је да се системи двофазне

консолидације примењују у великим градовима, а да су за мање градове одговарајући једнофазни системи (Amaral, Aghezzaf, 2015).

3.4.2.2. Алтернативна средства урбаног теретног транспорта

Већина европских градова суочена је са проблемима у вези са загађењем ваздуха и буке из саобраћаја, чији су узрочници моторизована друмска возила. Проблеми и изазови које ствара УТТ све су већи и све теже су прихватљиви. Висок раст цене горива и зависност од нафте, недвосмислено указује на то да ће тражња за алтернативним решењима, у односу на возила са конвенционалним мотором са унутрашњим сагоревањем, у будућности бити све већа. Због тога се данас пуно напора улаже у развој транспортних средстава који нису зависни од фосилних горива и чији је еколошки утицај прихватљивији.

Конвенционални мотори са унутрашњим сагоревањем веома су неефикасни када се говори о коришћењу енергије. Само 12-30% енергије код конвенционалних возила користи се за кретање возила на путу, а 70-88% је неискоришћено због неефикасности самог мотора и за напајање уређаја на возилу (Environmental Protection Agency [EPA], 2011).

Возила на електрични погон често се помињу као обећавајућа технологија за решавање проблема друског транспорта у будућности. Упркос чињеници да тренутно технологија електричних возила још није довољно развијена, показало се да су та возила енергетски ефикаснија у односу на возила са унутрашњим сагоревањем. То је делимично због њихове могућности да регенеришу део утрошене енергије током кочења, али исто тако значајну улогу игра много већа енергетска ефикасност електричног агрегата и престанак потрошње енергије током стајања. Иако су таква возила еколошки прихватљивија и смањују буку у градским подручјима, још увек захтевају велике инвестиције које би могле да буду главни проблем за њихову примену. Међутим, уз адекватни систем субвенција и подршке, прелазак на нове технологије могао би бити олакшан (Holguín-Veras et al., 2012).

Електрична возила нуде чисту и енергетски ефикасну замену за возила са унутрашњим сагоревањем. У великим градским гужвама, различити енергетски захтеви могу бити боље испуњени од стране електричног агрегата. Упоредном анализом електро возила и возила са моторима са унутрашњим сагоревањем, аутори рада (Jochem et al., 2016) долазе до закључка да би се применом електричних возила у градским подручјима (где су брзине кретања мале), а посебно у ноћним условима (када возила нису део загушеног саобраћајног тока), могло допринети постизању еколошких циљева. Просечан пређени

пут доставних возила у току једног дана углавном није већи од 100-150 km, а произвођачи електричних возила тврде да ова возила могу да пређу и већа растојања (табела 3.5). Велики број заустављања доставних возила у градским подручјима, за разлику од кретања возила ван града, омогућава да електрични мотор ефикасније надокнађује енергију.

Табела 3.5. Карактеристике теретних електричних возила (прилагођено на основу: Nesterova et al., 2013, стр. 21)

Модел комерцијалног возила	Максимална брзина кретања (km/h)	Процењено време пуњења (h)	Аутономија кретања (km)	Капацитет возила (kg)
<i>Alke XT320E</i>	58	8-13	60-140	1300
<i>Citroen Berlingo First</i>	110	5	120	575
<i>Citroen Nemo</i>	120	8	80-120	430
<i>Smith Newton</i>	80	8	50-160	6100-7400
<i>Gruau electron</i>	90	5	105-155	1000
<i>Renault Kangoo ZE</i>	130	6-9	170	650
<i>Jolly 2000 van</i>	100	6	120	1900
<i>Ecomile van</i>	80	8	80	900
<i>Mia U</i>	100	5	130	300
<i>Peugeot Partner</i>	110	0,5-6	170	685
<i>Chrono Van Groupil</i>	40	8-10	70	500-700
<i>Piaggio Porter</i>	55	8	70-100	430-540
<i>Matra GEM</i>	40	4	50-75	470-650
<i>Ford Transit</i>	120	6-8	80-130	454
<i>Renault Maxity</i>	70	7	100	2000
<i>Mercedes Vito E-cell</i>	80	5	130	900

Због велике масе батерије, носивост електричних возила се значајно смањује. Када је потребно применити возила веће носивости, алтернатива су хибридна електрична возила. Хибридна електрична возила су опремљена мотором са унутрашњим сагоревањем и електричним мотором. То омогућује оваквим возилима да се крећу у електричном модалитету на кратким раздаљинама у централним градским зонама и конвенционалном модалитету на већим раздаљинама (на пример, за приступ централним градским зонама). Због тога су таква возила у могућности да комбинују погодности повољнијег локалног еколошког утицаја, са већом носивошћу и већим превозним путем.

У оквиру *FREVUE* пројекта (Nesterova et al., 2013), који се бавио идентификацијом изазова и препрека за примену еколошки прихватљивих возила у оквиру иницијатива УЛ-е, идентификована су три кључна исхода, која подразумевају:

1. нужност увођења прилагођеног логистичког концепта, који омогућава примену еколошки прихватљивих возила у УТТ-у, како би се превазишли проблеми аутономије кретања и искоришћења товарног капацитета возила;
2. нужност (или пожељност) подршке власти у погледу пораста примене еколошки прихватљивих возила у УТТ-у;
3. предности примене еколошки прихватљивих возила од стране приватних компанија, у циљу изражавања њихове посвећености заштити животне средине и жеље да унапреде еколошке перформансе.

Комбинација подстицаја и рестрикција у европским земљама показала се одговарајућом за започињање развоја еколошки прихватљивих возила. Упоредном анализом неколико студија случаја примене електричних возила из Немачке, Холандије, Данске, Шведске и Велике Британије, утврђено је да се велики инвестициони трошкови морају компензовати субвенционисањем и да се таквим возилима морају дати одређене привилегије (на пример, изузимање од поштовања временских оквира или посебне дозволе за приступ одређеним градским зонама) (Taefi et al., 2016).

Један од главних проблема када је у питању примена електричних возила је развијеност станичних мрежа за пуњење. Међутим, овај проблем односи се, пре свега, на путнички саобраћај и на транспорт терета на дуге релације. Када је у питању УТТ, „кућно“ пуњење батерија се испоставило као изводљиво решење.

Поред теретних возила на електрични погон, могу се издвојити још нека значајна алтернативна средства УТТ-а. Често се у том контексту помињу карго бицикли. Да би се олакшало кретање и управљање, данас се најчешће користе карго бицикли са додатним електро погоном. У табели 3.6 приказане су предности и недостаци примене карго бицикла за транспорт терета.

Поред претходно описаних алтернативних средстава транспорта, у неким градовима за транспорт терета често се примењују: карго трамваји, рикше, подземна железница, водни транспорт и слично (Dablanc, 2009; Macharis, Melo, 2011; Russo, Comi, 2010). Сва наведена алтернативна средства УТТ-а имају специфичне предности и недостатке у односу на конвенционална друмска транспортна средства.

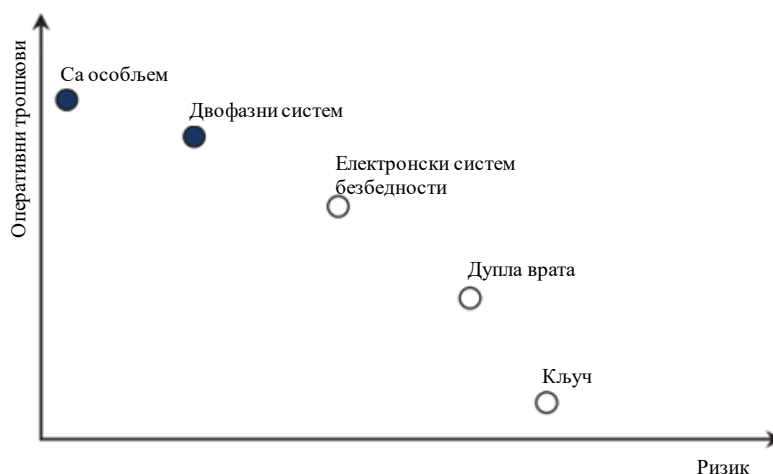
Табела 3.6. Предности и недостаци примене електричних карго бицикла (извор: Sheth et al., 2019, стр. 5)

Предности	Недостаци
Смањена бука	Већи претоварни трошкови због мањег товарног капацитета
Погодан за уске улице и пешачке зоне због малих димензија	Нижа економија обима због мањег товарног капацитета
Смањено време потраге за паркингом	Ограничен приступ неким подручјима због немогућности да се креће на великим успонима
Смањено нелегално паркирање	Регулаторна ограничења (на пример, електрични карго бицикли су забрањени у Њу Јорку)
Повећана поузданост испоруке због могућности да се избегну загушене саобраћајнице и да се користе бициклистичке стазе	Ограничена бициклистичка инфраструктура
Повећана безбедност пешака и других бициклиста због мањих последица саобраћајних незгода са учешћем теретних возила	Безбедност возача карго бицикла је мања у односу на безбедност возача теретног моторног возила

3.4.2.3. Временски оквири

Ноћне доставе (енгл. *Night deliveries*) и такозване доставе ван радног времена (енгл. *Off-hour deliveries*) представљају иницијативу УЛ-е која првенствено има циљ да ублажи утицај УТТ-а на саобраћајна загушења (Mommens et al., 2018).

Постоје два основна типа ноћних достава и то: са и без ангажовања особља за пријем пошиљке. Први тип подразумева већу безбедност и поузданост доставе, а други тип мање трошкове доставе (слика 3.10). Двофазни систем ноћне доставе представља специјални облик ноћних достава са особљем. Код оваквог система терет се ноћу доставља до великих генератора токова, одакле се отпрема у току радног времена доставља до малих генератора. Са друге стране, код достава без особља постоје решења у којима возач може приступити објекту путем електронског система безбедности, делу објекта који је одвојен дуплим вратима и може поседовати кључ од објекта како би извршио испоруку.



Слика 3.10. Однос трошкова и ризика за различите врсте ноћних достава (извор: Holguín-Veras et al., 2012, стр. 37)

Ноћне доставе имају бројне предности у односу на доставу у току дана, а посебно у односу на доставу у вршним периодима. Процењује се да потрошња горива, у градским подручјима, може да буде од 10% до 50% мања уколико се терет, уместо дању, транспортује ноћу (Holguín-Veras et al., 2016; Verlinde, Macharis, 2016). Због тога су превозници и логистички провајдери веома заинтересовани за ноћне доставе, али су примаоци углавном ти које треба убедити да узму учешће у таквом начину снабдевања. Истраживање (Holguín-Veras et al., 2018) показало је да ноћне доставе могу да смање емисију штетних гасова за око 62% у земљама у развоју, 36% у великим метрополама са преко 15 милиона становника и 25% у метрополама са 5-10 милиона становника.

Често помињани недостатак ноћних достава, који је препознат у литератури, је бука. Тачније, приликом вршења ноћних испорука буку може генерисати само доставно возило и/или манипулативне операције са теретом. У оквиру *PIEK* програма у Холандији спроведено је истраживање које је показало да многе утоварно-истоварне активности стварају буку већу од ограничења од 65 dB(A) у току вечери и 60 dB(A) у току ноћи (Devin, 2011). Да би се овај недостатак ублажио или отклонио, препоручује се примена електричних или других возила која задовољавају стандарде за возила са ниским интензитетом буке.

3.4.2.4. Рестриктивне и регулаторне мере

Рестриктивне и регулаторне мере представљају правила која су осмишљена за контролу активности теретних возила приватних транспортних оператора и која имају циљ да очувају квалитет живота у градским подручјима, уз обезбеђивање адекватног нивоа мобилности (CIVITAS, 2015).

Мере рестрикције приступа генерално се могу поделити на оне које се односе на (ЕС, 2010):

1. једну локацију (на пример, мост);
2. прелазак одређеног кордона (може се разликовати у зависности од периода дана, правца кретања, врсте возила и локације кордона);
3. одређено подручје (на пример, возња у одређеном подручју у одређеном временском периоду);
4. растојање или време (у основи представља наплату која зависи од пређеног пута или времена задржавања возила на одређеној деоници).

Када се говори о УТТ-у, могу се издвојити следеће групе рестриktivних мера (CIVITAS, 2015): временске забране, правила паркирања, еколошка ограничења, забране за возила одређене величине/носивости и управљање токовима теретног транспорта.

Временске забране подразумевају одређене временске оквире ван којих се не може вршити теретни транспорт у одређеној зони. Правила паркирања представљају меру која има циљ да обезбеди довољну приступачност у веома оптерећеним деловима града. Еколошка ограничења постављају се у деловима града велике густине насељености и посебно осетљивим деловима града, а имају циљ да смање ниво загађености ваздуха. Зоне забране кретања тешким теретним возилима најчешће се уводе са циљем измештања транзитног саобраћаја из централних градских зона. Такве мере намећу ограничења за избор доставних возила и у изворним и циљним теретним токовима.

Штетне емисије веома зависе од количине пређених километара и брзине возње. Дакле, свака промена у возило-километрима и возило-часовима доводи до промене у количини штетне емисије. Рестриktivне мере за теретна возила могу утицати на повећање пређеног пута тих возила. С друге стране, на брзину кретања позитивно утиче смањење броја тешких теретних возила на забрањеним путевима, а негативно повећање броја путничких аутомобила и лаких теретних возила изузетих од ограничења. Због тога се утицај рестриktivних мера мора сагледати са свих аспеката, пре него што се одлука о увођењу рестрикције донесе. Истраживање утицаја УТТ-а на загађење ваздуха и утицаја регулаторних мера на смањење емисије штетних гасова, истражено је у научном раду (Veličković et al., 2014). Резултати тог истраживања пуно говоре о комплексности процене утицаја регулаторних мера на еколошке ефекте УТТ-а.

3.4.2.5. Субвенције и други механизми финансирања иницијатива урбане логистике

Субвенције и подстицаји су мере власти, на различитим нивоима, које се примењују у циљу развоја одрживих логистичких иницијатива. Осим државних субвенција, могу се

применити и други механизми финансирања, као што су приватно финансирање или финансирање у јавно-приватном партнерству. Финансијска подршка пројектима увођења логистичких иницијатива треба да предвиди не само средства за њихово увођење (нпр. изградња УКЦ-а или набавка еколошки повољних возила), већ и механизме финансирања током њихове примене. Уколико се не реши успешно питање финансирања иновативних логистичких иницијатива, постоји велика могућност да се оне укину или редукују убрзо након престанка њиховог финансирања.

На пример, у пракси се у многим случајевима показало да су УКЦ-и неефикасни и да постоје потешкоће за одржавање економске стабилности УКЦ-а (Browne et al., 2005). Према томе, може се рећи да УКЦ у пракси није економски самоодржив и да је субвенционисање таквог система неопходно. Субвенционисање УКЦ-а оправдавају потенцијалне друштвене и еколошке користи од увођења таквог система. Међутим, стално и дугорочно субвенционисање ове иницијативе веома је ретко у пракси (van Heeswijk et al., 2019). Велики број практичних примера УКЦ-а углавном је субвенциониран или од стране градских власти или од стране пројеката у оквиру којих су имплементирани, а значајан број тих УКЦ-а је затворен након престанка субвенција (Kin et al., 2016). Градске субвенције и успешно јавно-приватно партнерство често су се показали као круцијалан фактор за опстајање таквог система на тржишту.

Субвенције за успешну имплементацију УКЦ-а, у зависности од тога на које актере УЛ-е су усмерене, могу се поделити на оне које су оријентисане на: превознике, примаоце у градском подручју и УКЦ операторе (van Heeswijk et al., 2019). Субвенционисање превозника за коришћење услуга УКЦ-а и увођење рестриктивних зона у градском подручју, такође су се показала као ефективна решења за подршку систему консолидације, мада је у многим случајевима, чак и са применом ових додатних мера, из финансијске перспективе то било недовољно (van Heeswijk et al., 2018).

3.4.2.6. Остале иницијативе

Поред претходно описаних иницијатива УЛ-е, могу се јавити и бројне друге иницијативе. За истраживање које се спроводи у овој дисертацији значајне су иницијативе и услуге које се могу комбиновати или имају везе са УКЦ иницијативом, као најзначајнијом иницијативом у УЛ-е. Неке од осталих (додатних) иницијатива, које у том смислу вреди поменути, су:

- сакупљање повратних теретних токова;
- сателитски терминали;
- оптимизација на оперативном нивоу;

- услуге са додатном вредношћу;
- примена савремених ИТ решења.

Услуга сакупљања повратних токова, на пример амбалажног отпада, побољшава просечно искоришћење товарног капацитета доставног возног парка УКЦ-а (Dablanc et al., 2011b). Поред тога, малопродајним објектима у градском подручју би то уштедело значајне ресурсе у смислу организације и реализације повратних токова.

Под оптимизацијом на оперативном нивоу, пре свега се мисли на оптимизацију рута доставних возила. У ту сврху користе се различите варијанте модела рутирања возила, односно различите надоградње основног модела за решавање проблема рутирања возила. У раду (Simoni et al., 2018), предлаже се примена *MDHFVRP* модела (енгл. *Multi-Depot Vehicle Routing Problem with Heterogeneous vehicle Fleet problem*), у циљу оптимизације рута доставних возила, из једног или више УКЦ-а, на оперативном нивоу.

УКЦ може да пружа велики број логистичких и малопродајних услуга, које се сматрају услугама додате вредности (Verlinde et al., 2012). Такве услуге подразумевају паковање и обележавање пошиљки, складиштење, сакупљање пошиљки од пошиљаоца (превозника), омогућавање примаоцима да изаберу време испоруке и тако даље (Johansson, 2018; Kin et al., 2016). Интересантна је чињеница, да је заједничка карактеристика неких успешних УКЦ-а, који се не субвенционирају (*Binnenstadservice* у Холандији, *Gnewt Cargo* у Великој Британији и *CityDepot* у Белгији), то да нуде услуге додате вредности (Bohne et al., 2015).

Применом савремених ИТ решења омогућава се развој интелигентних транспортних система и паметних градова (Mora et al., 2017; Taniguchi, 2014). Са аспекта УКЦ-а и УЛ-е, савремене ИТ технологије омогућавају, на пример, резервисање (букирање) и управљање посебним површинама за утовар и истовар терета, у реалном времену. Таква примена телематике доводи до смањења изгубљеног времена и мањих трошкова транспортних и логистичких оператора (Comi et al., 2017).

3.5. УКЦ концепти у литератури

Појединачна примена иницијатива не ствара одрживи и конкурентни систем УЛ-е (Gonzalez-Feliu, 2018). Према томе, примена УКЦ-а не гарантује да ће сви проблеми и изазови, које ствара УТТ, бити решени. Посебно не због тога што се у пракси показало да је УКЦ иницијатива често неуспешна из разлога наведених у тачки 3.4.2. Тачније, УКЦ омогућава ефикаснију примену многих других иницијатива УЛ-е и обрнуто. У пракси се УКЦ веома ретко примењује без примене још неке иницијативе УЛ-е, било да

је она већ имплементирана у тренутку увођења УКЦ-а, било да се њена имплементација планира заједно са УКЦ-ом. На пример, у градским подручјима често се примењују регулаторне и рестриктивне мере, како би се смањили негативни ефекти УТТ-а, а које би могле бити корисне за УКЦ (van Heeswijk et al., 2019). Такође, применом еколошки прихватљивих возила за локални транспорт терета, возни парк УКЦ-а може добити конкурентску предност, у односу на конвенционална теретна возила које користе превозници (van Heeswijk et al., 2019). Према томе, када се говори о примени УКЦ иницијативе и њеним резултатима, често се мисли на резултате комбиноване примене УКЦ-а и других иницијатива УЛ-е, односно резултате тако формираних концепата УЛ-е. За такве концепте користиће се термин „УКЦ концепти“, што је описано у уводном поглављу (тачка 1.3), а што је такође у складу са термином концепти УЛ-е, који је објашњен на самом почетку тачке 3.4.

У циљу систематизације УКЦ концепата који се најчешће примењују у пракси, спроведено је истраживање литературе. У ту сврху, истражене су базе података о научно истраживачким радовима и интернет адресе на којима је налазе подаци о практичним примерима иницијатива УЛ-е (интернет адресе градских управа, интернет адресе посвећене дисеминацији резултата различитих пројеката и тако даље). Кључне речи које су том приликом коришћене су: иницијативе урбане логистике³⁰, урбани консолидациони центри, урбана логистика, урбани теретни транспорт и слично. У табели 3.7 приказани су сви идентификовани УКЦ концепти, који су значајни за смањење ЕТ-а УТТ-а и издвојени су извори у којима су конкретни концепти идентификовани.

Због ограничене аутономије електричних возила, као логично решење намеће се комбинација електричних возила са УКЦ иницијативом. Наиме, транспорт терета на дуге релације и даље би се обављао конвенционалним возилима, а последња фаза доставе (локални транспорт) би се обављала електричним возилима. Циљ *ELCIDIS* пројекта (Vermie, 2002) је да се докаже одрживост примене (хибридних) електричних теретних возила у УТТ-у, у комбинацији са УКЦ иницијативом. Главни закључак овог пројекта је да ни менаџери у компанијама, ни возачи, а посебно градске власти немају значајне замерке за примену таквог решења. Поред тога, УКЦ из кога се терет транспортује углавном електричним возилима, требало би да буде лоциран што ближе доставним зонама (центру града), због ограничене аутономије кретања возила и бољег искоришћења енергије. Када је возни парк састављен од хибридних возила, УКЦ може бити мало даље од центра града, у односу на чисто електрични возни парк. Такође, пуњење батерија електричних доставних возила може да се обавља у УКЦ-у.

³⁰ Сви остали термини, који се у литератури користе за овај појам, а који су описани на почетку овог поглавља, такође су коришћени као кључне речи у претрази.

Табела 3.7. УКЦ концепти значајни за смањење ЕТ-а УТТ-а

УКЦ концепт	Иницијативе УЛ-е	Извори
УКЦ + алтернативна средстава УТТ-а	Електрична теретна возила	(Björklund et al., 2017; Browne et al., 2011; Correia et al., 2012; Faure et al., 2016; van Duin et al., 2010)
	Карго бицикли и трицикли	(Leonardi et al., 2012; Ormond, Telhada, 2017)
	Прелазак на мања друмска возила	(Janjevic et al., 2016; van Duin et al., 2010)
	Карго трамваји Остала алтернативна средства УТТ-а	(MDS Transmodal, 2012) (MDS Transmodal, 2012; Taniguchi, 2015)
УКЦ + временски оквири	Доставе ван радног времена	(Johansson, Björklund, 2017; Marcucci, Gatta, 2017; Taniguchi, 2015; van Heeswijk et al., 2019)
	Ноћне доставе	(Janjevic et al., 2016; Johansson, 2018)
УКЦ + рестриктивне и регулаторне мере	Рестрикција кретања у одређеном делу градског подручја	(Björklund et al., 2017; Elbert, Friedrich, 2018; Janjevic et al., 2016; MDS Transmodal, 2012; van Heeswijk et al., 2019)
	Рестрикција кретања одређеним врстама возила	(Allen et al., 2014; Elbert, Friedrich, 2018; Lin et al., 2016; Taniguchi, 2015)
	Рестрикција кретања у одређеним временским периодима	(Allen et al., 2014; Elbert, Friedrich, 2018; van Heeswijk et al., 2018)
	Рестрикција кретања возилима испод дефинисаног прага искоришћења товарног капацитета возила	(Allen et al., 2012)
	Рестрикција заустављања теретних возила ради утовара/истовара	(MDS Transmodal, 2012)
	Наплата уласка у одређену зону	(van Heeswijk et al., 2018)
	Посебне површине за заустављање теретних возила ван коловоза	(MDS Transmodal, 2012)
УКЦ + субвенције	Субвенције за рад УКЦ-а	(Kin et al., 2016; van Heeswijk et al., 2019)
	Субвенције за превознике	(Björklund et al., 2017; van Heeswijk et al., 2018, 2019)
	Субвенције за кориснике услуга УКЦ-а	(van Heeswijk et al., 2019)
УКЦ + остале иницијативе	Сакупљање повратних теретних токова	(Dablanc et al., 2011b)
	Сателитски терминали	(Correia et al., 2012; Verlinde et al., 2012)
	Оптимизација на оперативном нивоу	(Simoni et al., 2018)
	Услуге са додатном вредношћу	(Dablanc et al., 2011b)
	Примена савремених ИТ решења	(MDS Transmodal, 2012)

Скорија истраживања наглашавају да комбиновање УКЦ-а са иницијативама као што су доставе ван радног времена, ако је праћено адекватним подстицајима, може да подстакне привлачење корисника услуга УКЦ-а (Marcucci, Gatta, 2017). За разлику од УКЦ-а који имају проблем са опстајањем чим субвенционисање престане, 90% прималаца који су прихватили ноћну доставу, без обавезе ангажовања особља, наставили су са таквом праксом и након престанка субвенција (Holguín-Veras et al., 2012).

Аутори Јанис и други (Yannis et al., 2006), дефинисали су модел базиран на рестриктивним мерама за теретна возила и анализирали су утицај на перформансе саобраћаја и животну средину. Они су дошли до закључка да, услед увођења рестриктивних мера, не треба очекивати спектакуларна смањења саобраћајних гужви и загађења, иако ове мере имају позитиван утицај у периодима дана када су на снази. Они наводе и да такве мере могу бити ефективније, ако се спроводе заједно са другим интегрисаним решењима транспорта. Различитим регулаторним мерама и рестрикцијама приступа одређеном делу града може се подржати успех УКЦ концепта (Elbert, Friedrich, 2018).

3.6. Светска искуства са различитим УКЦ концептима

Постоји више пројеката и научних радова који су се бавили истраживањем примене УКЦ концепта у пракси. У раду (Browne et al., 2005), спроведена је анализа којом је обухваћено 67 случаја у Европи. Након тога, у прегледном раду (Allen et al., 2012) идентификовано је укупно 114 студија случаја УКЦ-а широм света (табела 3.8). Међу идентификованим примерима има случајева студија изводљивости, пилот пројеката, као и потпуно оперативних УКЦ-а. У овој табели има различитих примера УКЦ-а, према подручју деловања. Из наведене табеле може се приметити да се УКЦ-и за снабдевање целог градског подручја или дела градског подручја издвајају по броју случајева у пракси (97 од укупно 114 случаја). Поред тога, УКЦ-е за велике објекте са једним власником и УКЦ-е за специјалне пројекте карактеришу бројне специфичности по питању области деловања, врсте терета, ограничене могућности коришћења услуга УКЦ-а и тако даље. Због таквих специфичности, њихово моделирање се углавном фокусира на сваки случај појединачно. Са друге стране, моделирање УКЦ-а за опслуживање градског подручја може се генерализовати у циљу развоја јединственог, општег модела. Због тога је у овом истраживању посебна пажња посвећена УКЦ-има који су намењени за опслуживање целокупног градског подручја или дела градског подручја. Неки од репрезентативних примера УКЦ-а за опслуживање градског подручја идентификовани су и приказани у табели 3.9. У наведеној табели, такође су приказани резултати примене УКЦ-а, разлози неуспешне примене или извучене поуке, како би се омогућило поређење различитих светских искустава са применом овог решења.

Табела 3.8. Примери УКЦ решења по земљама и врстама УКЦ-а (извор: Allen et al., 2012, стр. 482)

	УКЦ за цело градско подручје или део градског подручја	УКЦ за велике објекте са једним власником (на пример аеродроми, тржни центри, болнице и слично)	УКЦ за специјалне пројекте	Укупно
Аустрија	1	-	-	1
Белгија	1	-	-	1
Канада	1	-	-	1
Финска	-	1	-	1
Француска	11	-	-	11
Немачка	13	-	1	14
Италија	14	-	-	14
Јапан	3	1	-	4
Монако	1	-	-	1
Холандија	14	-	-	14
Португал	1	-	-	1
Словенија	1	-	-	1
Шпанија	3	-	-	3
Шведска	3	1	1	5
Швајцарска	3	-	-	3
Уједињено Краљевство	26	7	5	38
САД	1	-	-	1
Укупно	97	10	7	114

Табела 3.9. Практични примери УКЦ-а за градско подручје и остварени резултати

Локација	Врста/сврха/намена	Статус*	Резултати/Разлози неуспеха/Поуке	Извор
Парма (Италија)	Центар за консолидацију пољопривредних прехранбених производа	У	Око 8% прехранбених токова дистрибуирано је кроз УКЦ Смањење емисије РМ за 29% и NO _x за 22%	(Dablanc et al., 2011b)
Лука (Италија)	Промовисање одрживог транспорта терета у градском подручју и смањење загушења и загађења	У	У просеку 4 оптимизованих вожњи/возило/дан, 13 прималаца по возњи, 360 достава на дан, 18% свих испорука у току дана	(Guerra, 2013)
Вићенца (Италија)	Претовар терета на одржива и ниско емисиона возила за испоруке у	Д	Евидентирано смањење РМ10 честица и број доставних возила у градском подручју смањен са 14 на 2, а због забране кретања	(Ville et al., 2013)

	историјски наслеђеном делу града		свим превозницима (осим оператору УКЦ-а) покренут судски спор.	
Падова (Италија)	Претовар терета на одржива и ниско емисиона возила	У	126% више испорука у периоду од 2005-2015, смањење емисије PM, CO ₂ , SO _x и NO _x	(Pandolfo, 2020)
<i>Binnenstadservice</i> (Холандија)	Консолидација теретних токова за централна подручја 9 градова (фокус на примаоцима, а не на превозницима)	У	Након годину дана смањење од 5% возило километара и 7% заустављања доставних возила, незнатно смањење загађења ваздуха, приметно смањење буке на неким локацијама, очекује се повећање безбедности саобраћаја и квалитета живота у центру града	(Dablanc et al., 2011b)
Антверпен, Брисел, Шарлроа, Гент, Хаселт, Лијеж (Белгија)	Консолидација теретних токова у градским подручјима и транспорт еколошким возилима	Д	Смањење токова теретних возила у граду (конкретни резултати недоступни), пројекат опстао уз подршку поштанског оператора	(CityDepot, 2019)
Касел (Немачка)	Снабдевање малопродајних објеката у централној пешачкој зони	У	15% већа количина истовареног терета по једном заустављању, искоришћење товарног капацитета возила повећано са 40% на 85% по запремини и са 25% на 60% по маси	(Hölser, Bischoff, 2002)
Бремен (Немачка)	Консолидација теретних токова за различите трговинске објекте у централном градском подручју	У	12.7% мањи број возњи, 28% веће искоришћење товарног капацитета возила, уштеда око 1.100 литара дизел горива месечно	(Browne et al., 2005)
Келн, Штутгарт и Улм (Немачка)	Консолидација малопродајне робе различитих шпедитерских компанија и достава од стране неутралног превозника	Н	Уштеде у трошковима транспорта мање од додатних трошкова манипулисања, већа ефикасност пословања шпедитера.	(Browne et al., 2005)
Регенсбург (Немачка)	Консолидација пошиљки у циљу задовољења пословних потреба клијената и задовољавања регулативе заштите животне средине.	Д	Смањење броја возила са 7-8 на 1-2, дневна количина терета око 4-5 тона, за 14 година рада пређени пут смањен за 70.000 vkm и емисија CO ₂ смањена за 23 тоне.	(Browne et al., 2005)

Худинг (Шведска)	Снабдевање јавних школа у региону	У	Главни фактор успеха јесу консултације са свим заинтересованим странама пре имплементације концепта	(Genovese et al., 2017)
Лајден (Холандија)	Консолидација урбаних теретних токова и транспорт електричним возилима	Н	У почетку планирано 100 испорука дневно (највише остварено 26 испорука), да би концепт уз субвенције био успешан неопходно 600 испорука дневно, а без субвенција 2000 испорука дневно, локација далеко од аутопута, отпор актера УЛ-е, политички отпор према планираним регулаторним мерама	(Egger, Ruesch, 2002)
Бристол (Уједињено Краљевство)	Снабдевање малопродајних објеката у центру града, УКЦ погодан за објекте средње величине и некварљиву робу која нема велику вредност	У	Корисници услуга веома задовољни, концепт се и даље субвенционише	(Paddeu, 2017)
Лондон (Уједињено Краљевство)	Консолидација теретних токова у ванградском депоу и претовар на еколошка возила у градском микро консолидационом центру	У	Укупан пређени пут мањи за 20% и емисија CO ₂ мања за 54%	(Browne et al., 2011)
Париз (Француска)	Тестирање алтернативних возила моторним возилима и смањење негативног утицаја УТТ-а	У	У првих годину дана број возњи увећан са 796 на 14.631, најважнија врста (облик) терета су пакети, смањења активност дизел возила у граду за 156.248 km, смањена потрошња енергије за 43,3 еквивалентних тона нафте, што је довело до смањења емисије CO ₂ за 112 t, CO за 1,43 t и NO _x за 280 kg	(Allen et al., 2007)
Ла Рошел (Француска)	Консолидација и транспорт терета електричним возилима и рестрикција за тешка	У	Смањење емисије загађивача за 61-63%, повећање саобраћајних загушења за 50% и повећање заузетости саобраћајних површина за 33%	(Dablanc et al., 2011b)

	теретна возила (3,5 t) осим у периоду од 6:00 до 7:30 часова.			
Монако и Монте Карло (Монако)	Консолидација теретних токова у комбинацији са рестрикцијом уласка тешким теретним возилима преко 8,5 тона бруто масе и временским оквирима за остала возила	У	Смањење емисије CO ₂ за 25% и смањење локалног загађења ваздуха за 25-30%, смањење буке за 30%, смањење саобраћајних загушења за 38% и смањење заузетости саобраћајних повершина за 42%	(Allen et al., 2014)
Фукуока (Јапан)	Заједнички дистрибутивни систем за снабдевање централног градског дистрикта Тењин	У	Број тешких теретних возила мањи за 65%, укупни пређени пут мањи за 28%, пређени пут у центру града мањи за 87%, фреквенција паркирања мања за 72%, време заустављања мање за 17%	(Egger, Ruesch, 2002)
Јокохама (Јапан)	Консолидација пошиљака за око 450 трговинских објеката у пешачкој зони уз субвенције од стране асоцијације трговинских објеката	У	Око 350.000 пошиљака годишње, број возила смањен са 100 (11 компанија) на 29 (1 компанија)	(Rodrigue et al., 2013)

* Н – неуспешан; У – Успешан; Д – Делимично успешан.

Прегледом 24 издвојена (од укупно 114 идентификованих) случаја пробне и потпуне имплементације УКЦ-а у пракси, издвајају се следећи резултати (Allen et al., 2012):

- 15% до 100% смањења броја вожњи тешких теретних возила;
- 60% до 80% смањења пређених возило километара;
- 25% до 80% смањења емисије гасова са ефектом стаклене баште;
- око 42% смањења заузетости простора од стране доставних возила;
- око 7% смањења времена потребног за доставу до прималаца;
- око 10% смањења заузетости метар-часова које су доставна возила провела на коловозу при опслуживању прималаца.

Ефекти УКЦ концепта, у смислу ЕТ-а транспорта, нису пуно истраживани у литератури, што је веома изненађујуће с обзиром на чињеницу да је један од примарних циљева УКЦ-а да се смање негативне екстерналије УТТ-а. Процена ЕТ-а емисије гасова (CO₂, HC, NO_x,

PM и SO₂) и ЕТ-а утрoшка горива (енергије), за три сценарија интермодалног УКЦ-а³¹ (сценарио без консолидације, консолидација са конвенционалним возилима и консолидација са хибридниm возилима) извршена је у раду (Alessandrini et al., 2012). Основни (референтни) сценарио, који се у овом раду посматра, подразумева доставу рибљих производа искључиво конвенционалним дизел друмским транспортним средствима у Риму (Италија). Добијени резултати ЕТ-а загађења ваздуха износе 33,52 евра по тони, а промене климе 4,34 евра по тони транспортованог терета. Резултати такође показују уштеде од 46% ЕТ-а за сценарио са конвенционалним возилима и уштеде од 82% за сценарио са хибридниm возилима. Остале категорије ЕТ-а (бука, саобраћајна загушења, саобраћајне незгоде и тако даље) УТТ-а ови аутори нису узели у обзир.

У раду (Estrada, Roca-Riu, 2017) се врши поређење различитих стратегија и сценарија дистрибуције терета на основу транспортних трошкова, ЕТ-а (емисије гасова CO₂, NO_x и PM_{2.5}) и нето добити оператора УКЦ-а. У ту сврху, предложене су две стратегије дистрибуције (индивидуална дистрибуција и дистрибуција преко УКЦ-а) и три сценарија (електрична возила, електрични карго-бајк и електрични карго-бајк + зона рестрикције за друмска теретна возила). Резултати процене утицаја показују да ЕТ-и УТТ-а за тренутно стање износе 6,3 € на дан, а за предложени УКЦ концепт износе 5,6 € на дан. Притом, смањење ЕТ-а износи 0,7 € дневно за прва два и 2,9 € дневно за трећи сценарио УКЦ концепта. Извори емисионих фактора и јединичних ЕТ-а коришћених у раду (Estrada, Roca-Riu, 2017) су: за CO₂, NO_x и PM_{2.5} емисионе факторе (ЕЕА, 2013)³², за јединичне ЕТ-е за CO₂ (Sistema Europeo de Negociación de CO₂ [SENDECO₂], 2016), за јединичне ЕТ-е штетних материја NO_x и PM_{2.5} (Holland et al., 2005), а јединични ЕТ-и за УКЦ концепт предложени су од стране аутора рада. Ни ови аутори нису посматрали све категорије ЕТ-а, већ само поједине категорије ЕТ-а (загађења ваздуха и климатских промена).

3.7. Резиме поглавља

У овом поглављу, сажето су приказани основни појмови и генеза истраживања у области УЛ-е. Најпре су описане интересне групе и везе између њих. Истакнут је значај примене принципа одрживости у УЛ-и и употребе ЕТ-а, као једног од важних показатеља одрживе УЛ-е. Смањење ЕТ-а транспорта терета у градским подручјима, идентификовано је као значајан фактор при дефинисању ефективних решења одрживе УЛ-е. Поред тога,

³¹ Интермодални УКЦ, у овом случају, подразумева да се терет до УКЦ-а допрема железничким, а да се дистрибуција у градском подручју врши друмским превозним средствима.

³² Након ове верзије приручника изашле су две новије верзије 2016. и 2019. године.

узимањем ЕТ-а УТТ-а у обзир, омогућава се једноставније поређење утицаја различитих иницијатива и концепата УЛ-е.

У наставку, детаљно су описане постојеће иницијативе УЛ-е. У складу са предметом истраживања, посебан фокус стављен је на њихов утицај на ЕТ-е УТТ-а. Посебно је истакнут значај УКЦ-а и концепата који се обликују комбиновањем ове са другим иницијативама (на пример, дистрибуција из УКЦ-а возилима на електрични погон). Примена УКЦ иницијативе, заједно са једном или више других иницијатива УЛ-е, у овој докторској дисертацији, названа је УКЦ концепт. У литератури се често, као очекивани ефекат УКЦ иницијативе, наводи смањење ЕТ-а УТТ-а (на пример, емисија CO₂, загађење ваздуха, бука и тако даље). На крају овог поглавља, посебна пажња посвећена је свеобухватном приказу УКЦ концепата који су од значаја за смањење ЕТ-а, најпре идентификовањем таквих решења у литератури, а након тога и у пракси.

Да би процена утицаја различитих решења УЛ-е на ЕТ-е УТТ-а била могућа и упоредива, веома је важно идентификовати постојеће технике и методе моделирања ЕТ-а УТТ-а, а посебну пажњу треба посветити развоју модела за прорачун ЕТ-а УТТ-а услед утицаја иницијатива и концепата УЛ-е. Стога је ово питање обрађено у наредном поглављу докторске дисертације.

4. ПРЕГЛЕД ТЕХНИКА И МЕТОДА МОДЕЛИРАЊА ОД ЗНАЧАЈА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ

*Једноставност је највећа софистицираност.
Леонардо да Винчи (1452 – 1519. године)*

На питање о томе које решење УЛ-е треба применити да би се смањио негативан екстерни утицај УТТ-а, универзалан одговор не постоји. Доносиоци одлука и други субјекти у градским подручјима, користе различите моделе како би тестирали различите сценарије и вршили процене утицаја примене потенцијалних решења УЛ-е, пре него што би предузели даље кораке ка имплементацији тих решења. Овакав начин планирања и доношења одлука у систему УЛ-е веома је користан и „јефтин“ у односу на, на пример, методу покушаја и погрешке. Успех моделирања базира се на томе да се обезбеде корисне и правовремене информације током процеса одлучивања (Donnelly et al., 2010). Да би се проценио утицај решења УЛ-е на ЕТ-е УТТ-а и да би се развио и применио одговарајући модел за њихов прорачун, неопходно је свеобухватно сагледати моделе који спадају у области истраживања ове докторске дисертације (слика 1.1). Према томе, у овом поглављу биће идентификовани и описани постојећи модели који се користе у планирању друмског УТТ-а, прорачуну ЕТ-а транспорта и за процену утицаја различитих решења УЛ-е.

4.1. Врсте и класификација модела

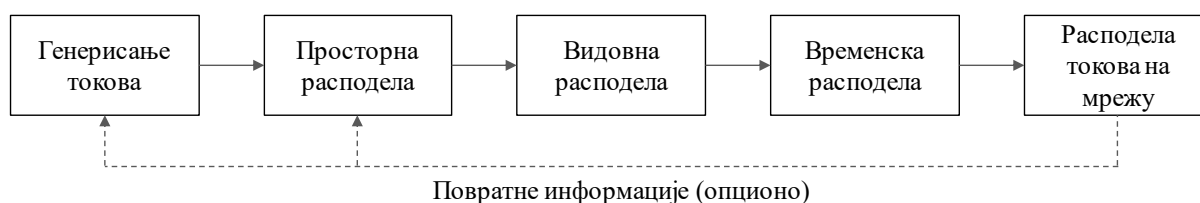
Приступи моделирању могу бити веома различити у зависности од циљева, потребних података и других ресурса. Због тога, јединствени тип модела који је заснован на релевантним критеријумима не постоји. Посебно се у области УТТ-а јавља различитост модела и потешкоће у генералној класификацији. Оно што је битно имати у виду, при развоју модела, је то да модел не би требао да буде компликованији него што је неопходно да би се добили одговори на постављена питања. Ово правило често се назива „*Occam's razor*“ по средњовековном филозофу који је први предложио ово правило (Tavasszy, de Jong, 2014).

Према (Bonnafous et al., 2013), четири основне категорије модела се могу издвојити: класични четворостепени модели, четворостепени модели прилагођени УТТ-у, комбиновани модели (комбинација два или више приступа) и модели директног формирања и-ц матрица из података добијених бројањем саобраћаја (мање прецизни, али не захтевају мање ресурсе за прикупљање података).

Четворостепени модели традиционално се користе за доношење одлука и планирање саобраћаја. На основу самог назива модела може се закључити да се класични четворостепени модели састоје од 4 узастопна под-модела (Ortúzar, Willumsen, 2011): генерисање путовања, просторна расподела, видовна расподела и расподела токова на мрежу. Класични четворостепени модел првенствено је осмишљен за примену у истраживањима кретања људи (путника) (Bhat, Koppelman, 1999). Неки аутори који се баве истраживањима теретних токова истичу да се четворостепени модел може применити и за ту врсту токова, али да у сваком од 4 корака модела могу постојати значајне разлике (различитости доносилаца одлука у теретном транспорту, различитост терета који се транспортује и ограничена доступност података) (de Jong et al., 2004). Поред тога, класични четворостепени модели нису прилагођени проблемима УТТ-а, због тога што не узимају у обзир специфичности збирног транспорта и друге основне елементе, као што је врста и природна својства терета (Gentile, Vigo, 2013; Gonzalez-Feliu et al., 2014a). Када се говори о теретном транспорту сваки од 4 под-модела требало би да подразумева следеће (Wisetjindawat et al., 2006):

1. генерисање токова – подразумева процену броја возњи или количине терета коју генерише или привлачи свака зона;
2. просторна расподела – подразумева процену токова између зона;
3. видовна расподела – подразумева процену вида транспорта којим се токови реализују;
4. расподела теретних токова на мрежу – подразумева процену руте којом се возила крећу на мрежи.

Како нека истраживања теретних токова захтевају мало другачији приступ од традиционалног, аутори рада (Comi et al., 2014) традиционалном четворостепеном моделу додају још један корак (слика 4.1). Додатни корак подразумева увођење временске димензије, јер су теретни токови зависни од бројних временских варијабли (време сакупљања терета, време испоруке и друга временска ограничења).



Слика 4.1. Петостепени модели УТТ-а (извор: Comi et al., 2014, стр. 167)

У области моделирања УТТ-а, модели се према намени могу класификовати у две групе (Ambrosini, Routhier, 2004; Anand et al., 2012a):

1. Оперативни модели – они који су примарно усмерени на побољшање управљања токовима;
2. Системски модели – они који су намењени за процену утицаја иницијатива УЛ-е на генерисане токове.

Процена утицаја примене одређених иницијатива УЛ-е може се добити моделирањем система УЛ-е, односно УТТ-а. Према системском приступу издвајају се три типа модела УЛ-е и то (Taniguchi, 2015):

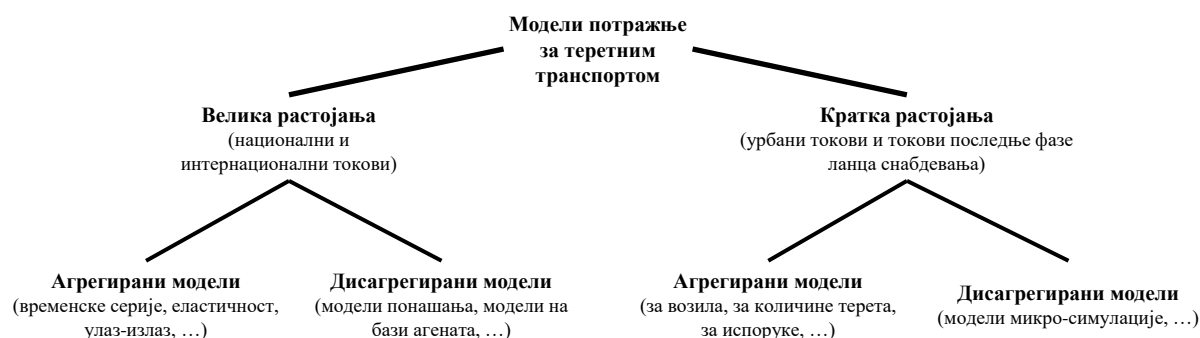
- Модели потражње (енгл. *demand model*);
- Модели понуде (енгл. *supply model*);
- Модели утицаја (енгл. *impact model*);

Потреба за утврђивањем утицаја иницијатива и концепата УЛ-е на УТТ, у фази доношења одлука пре њихове имплементације, иницирала је развој модела потражње у УТТ-у (Nuzzolo, Comi, 2014). Модели потражње служе за одређивање потражње за теретним транспортом (количина терета и број теретних возила), модели понуде служе за процену нивоа логистичких услуга, а модели утицаја користе се за процену утицаја мера, иницијатива и концепција УЛ-е на окружење, друштво, потрошњу енергије, економију и друго (Tadić, 2014; Taniguchi, Thompson, 2002; Zečević, Tadić, 2006).

Модели потражње у теретном транспорту деле се на моделе великих растојања (потражња на националном и интернационалном нивоу) и моделе кратких растојања (потражња на нивоу града или последње фазе ланца снабдевања). Поред тога, ови модели према нивоу агрегације, деле се на агрегиране и дисагрегиране моделе (слика 4.2). Агрегирани модели базирају се на и-ц матрицама теретних токова и широко су примењивани у анализама теретног транспорта. Дисагрегирани модели представљају новији приступ симулационих модела или модела на бази агената, који имају циљ да симулирају дисагрегирано понашање актера УЛ-е и оператора у УТТ-у (Comi et al., 2014).

Моделирање потражње у УТТ-у (моделирање на кратким растојањима), према ауторима рада (Nuzzolo, Comi, 2014), може бити базирано на:

- количини терета (енгл. *commodity-based*);
- броју возила (енгл. *truck-based*);
- броју испорука (енгл. *delivery-based*).

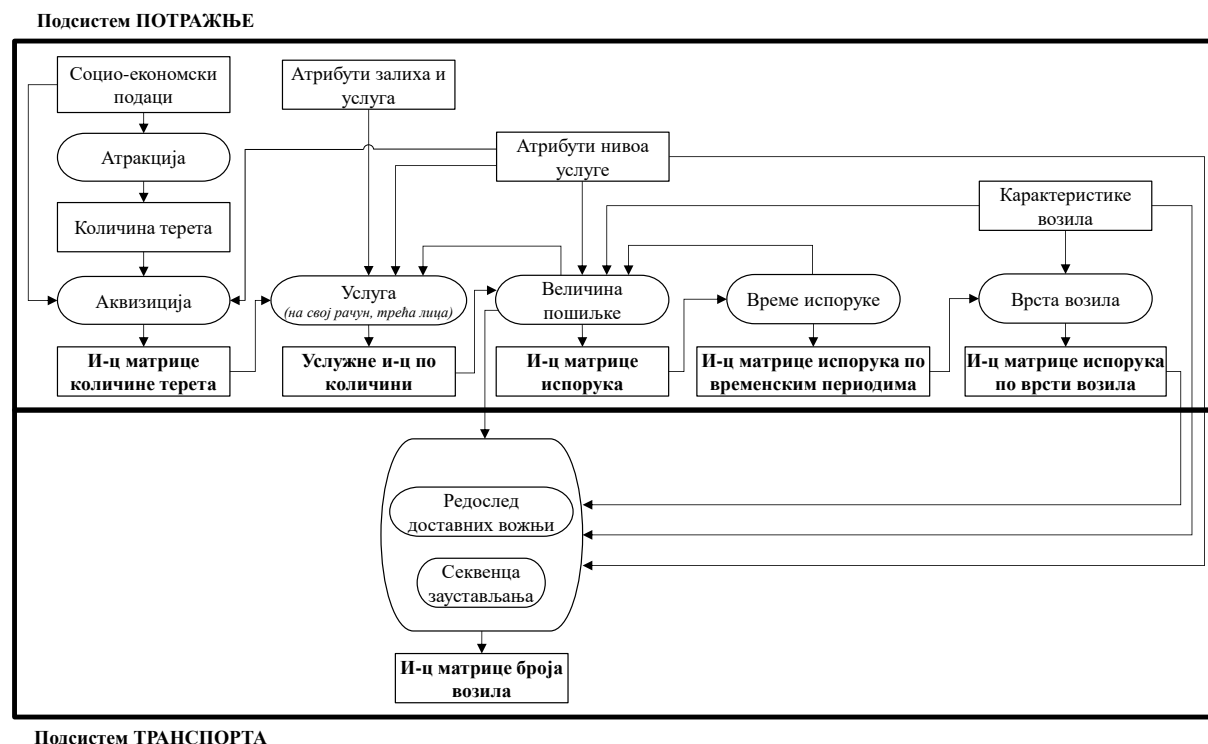


Слика 4.2. Класификација модела потражње за теретним транспортом (извор: Nuzzolo et al., 2013, стр. 152)

Модели на бази количине терета омогућавају моделирање захтева за транспортом терета (и-ц матрице количине терета), модели на бази броја возила омогућавају моделирање кретања возила и њиховог утицаја (и-ц матрице броја возила), а модели на бази испорука омогућавају дефинисање тура доставних возила (и-ц матрице испорука).

Појединачни модели потражње у УТТ-у имају одређена ограничења, у смислу процене утицаја иницијатива УЛ-е. Теретни токови сматрају се узроком, а токови возила последицом (ефектом) потражње за теретом (Regan, Garrido, 2002). Због тога неки аутори (Holguín-Veras, 2000) предлажу да модел урбаних теретних токова треба да обухвати одређене елементе модела на бази терета и одређене елементе модела на бази возила и да се анализирају симултано. Аутори рада (Nuzzolo et al., 2010) су чак препознали и значај комбиновања све три врсте модела и предлажу формирање система модела на основу комбинације сва три приступа (количина терета, број возила и број испорука), али и интеграцију моделирања потражње за теретним транспортом са моделирањем система УЛ-е (слика 4.3).

Када се посматра сложени систем УЛ-е, јасно је да различити приступи доводе до развоја најразличитијих модела. Модел УЛ-е представља алат који се састоји од система математичких једнакости које објашњавају систем УЛ-е. То је модел који омогућава анализу утицаја различитих компоненти на систем и предвиђа како ће промена система утицати на промене теретних токова и промене ефеката транспортних активности.



Слика 4.3. Систем модела за процену утицаја иницијатива УЛ-е (извор: Nuzzolo et al., 2010, стр. 6)

Модел теретног транспорта који су намењени доносиоцима одлука могу се користити при одлучивању у следећим областима (Tavasszy, de Jong, 2014):

- промене у државним регулативама (на пример, време рада и време вожње возача или максимално дозвољено оптерећење теретних возила) и таксама;
- инфраструктурне инвестиције на одређеним правцима, чворовима и коридорима (нови путеви, пруге, канали, луке, интермодални терминали, као и унапређење постојеће инфраструктуре у том смислу);
- управљање саобраћајем, као што су променљиви саобраћајни знаци, променљива ограничења дозвољене брзине кретања, резервисане траке у вршним периодима, приоритети за одређена возила (на пример, теретна у односу на путничка);
- мере наплате, као што је наплата на основу локације и периода дана;
- просторне и временске мере планирања, као што су ограничења у лоцирању производних или складишних објеката (на пример, индустријске зоне), зоне ниске или нулте емисије или временски оквири за транспорт терета до малопродајних објеката.

Највећи број развијених модела УЛ-е намењен је градској управи, мада се у последње време доста напора чини како би модели обухватили и процес одлучивања осталих актера УЛ-е. Када је градска управа једини актер који је обухваћен моделом, генерисани

показатељи углавном се односе на саобраћај и инфраструктуру, а у случају приватних компанија показатељи се односе на услугу и трошкове (трошкови транспорта, пређени пут, искоришћење товарног капацитета возила и тако даље) (Anand et al., 2012a). Проф. Тадић у својој докторској дисертацији (Tadić, 2014) наводи да се моделирању УЛ-е најчешће приступа са аспекта планера, технологије, понашања учесника и политике, али и да се у новије време све више примењује приступ вишеструких учесника. Ту се пре свега мисли на развој модела базираних на агентима (енгл. *Agent based Modelling*) због њихове флексибилности при моделирању динамичких ситуација и способности да обухвате утицај одлука више различитих субјеката (на пример, Anand et al., 2016). Такође, аутори рада (Nathanail et al., 2019) предлажу транстеоријски модел промене (енгл. *The Transtheoretical Model of Change*) у циљу утврђивања промене понашања субјеката у ланцима снабдевања и осталих субјеката, након имплементације неке иницијативе.

За процену утицаја иницијатива УЛ-е, у зависности од тренутка када се врши процена, могу се издвојити две врсте вредновања: пре (енгл. *ex-ante*) и после (енгл. *ex-post*) имплементације иницијативе (Comi et al., 2011; Faure et al., 2014; Filippi et al., 2010). Процена утицаја пре имплементације врши се прогнозирањем ефеката, док се процена утицаја која се спроводи после имплементације заснива на мерењу стварних ефеката иницијативе. Број радова у којима је вршена процена утицаја УКИЦ иницијативе пре увођења (Comi et al., 2011; Filippi et al., 2010; van Duin et al., 2010) знатно је већи од броја радова у којима је процена вршена после имплементације иницијативе (на пример, Leonardi et al., 2012). За вредновање предложених решења и пре и после имплементације постоје различите методе које могу да се користе, као што су (Verlinde, Macharis, 2016):

- анализа трошкова и користи (CBA, енгл. *Cost Benefit Analysis*);
- друштвена (економска) анализа трошкова и користи (SCBA, енгл. *Social Cost Benefit Analysis*);
- анализа пословног модела (BMA, енгл. *Business Model Analysis*);
- вишекритеријумска анализа (MCA, енгл. *Multi-Criteria Analysis*);
- мулти-агентна вишекритеријумска анализа (MAMCA, енгл. *Multi-Actor Multi-Criteria Analysis*).

Поред ових, широко распрострањених метода за евалуацију иницијатива, неки аутори користе и теорију игара (енгл. *Game Theory*), методологију најбоље праксе и технике моделирања (Tadić, 2014). Често се ови алати могу комбиновати са циљем искоришћавања предности једне и заобилажења ограничења друге методе вредновања.

Економске анализе значајно доприносе планирању одрживих транспортних система (Litman, 1999). Ту се пре свега мисли на примену методе анализе трошкова и користи (енгл. *Cost–Benefit Analysis*, скр. *CBA*) која је додавањем еколошке и социјалне димензије прерасла у друштвену анализу трошкова и користи (енгл. *Social Cost–Benefit Analysis*, скр. *SCBA*). Друштвена анализа трошкова и користи има циљ да одреди да ли ће планирана иницијатива имати веће друштвене користи у односу на трошкове (Kotowska et al., 2018). Такве анализе развијене су на чињеници да се, поред трошкова које сnose поједини актери у систему, јављају други трошкови који не падају на терет ниједног од актера. Према томе, када се вредновање посматра са аспекта ЕТ-а транспорта од посебног је значаја *SCBA*.

Литература о моделирању ЕТ-а транспорта, може се, у односу на врсте модела, класификовати у три групе: квалитативни, аналитички и квантитативни модели (Ortolani et al., 2009). Квалитативни модели углавном се ЕТ-има баве индиректно, дајући грубу генералну процену. Аналитички не утврђују вредности јединичних ЕТ-а, већ представљају аналитичке формуле за процену/прорачун трошкова. Квантитативни модели резултирају реалним вредностима ЕТ-а, као резултат практичних истраживања или анализе мреже и токова. Аналитички модели за прорачун ЕТ-а УТТ-а издвајају се као посебно значајни модели за истраживање које се спроводи у овој дисертацији, имајући у виду циљеве истраживања (посебно ПЦ-3 и ПЦ-4).

4.2. Преглед постојећих модела од значаја за истраживање

На основу предмета истраживања ове докторске дисертације идентификоване су области од значаја за истраживање и то: друмски УТТ, прорачун ЕТ-а транспорта и планирање иницијатива и концепата УЛ-е. Због различитих области истраживања које се издвајају са аспекта моделирања, преглед постојећих модела подељен је у три дела. Први део подразумева идентификацију модела потражње у УТТ-у. Други део односи се на моделе за прорачун ЕТ-а транспорта. У трећем делу пажња је усмерена на моделе УЛ-е, а посебно моделе који се односе на процену утицаја различитих решења УЛ-е на ЕТ-е УТТ-а.

4.2.1. Модели потражње у урбаном теретном транспорту

У претходном периоду, развијени су бројни модели и различити алати који се базирају на приступима моделирања потражње за теретним транспортом и емпиријским подацима. Најзначајнији модели приказани су у табели 4.1.

Табела 4.1. Преглед постојећих модела за планирање УТТ-а

Назив модела	Извор	Издаз
<i>WIVER, VISEVA</i> и <i>VISEVA-W</i>	(Lohse, 2004 из Nuzzolo, Comi, 2013; Sonntag, 1985)	Укупан пређени пут, број возњи и тура, дневна расподела теретних токова.
<i>GAMS</i>	(EC, 1998)	Количина утрошене енергије, емисије штетних гасова, трошкови транспорта и број саобраћајних незгода на различитим категоријама градских саобраћајница
<i>GOODTRIP</i>	(Boerkamps et al., 2000)	Количина терених токова, пређени пут возила, оптерећење мреже, количине емисије и потрошња енергије.
<i>VENUS</i>	(Gentile, Vigo, 2013, према Janssen, Vollmer, 2005)	Робни токови по врсти возила и сврси возње, оптерећење мреже и ефекти тренутне ситуације у саобраћају.
<i>Calgary Commercial Vehicle Movement Model</i>	(Stefan et al., 2005)	Излазно-улазне возње, алокација возног парка и број тура.
<i>FRETURB</i>	(Routhier, Toilier, 2007)	Количина путничких и теретних токова и количина утрошене енергије на основу пређених возило-километара.
<i>CITY GOODS</i>	(Gentile, Vigo, 2013)	Количина потражње за теретом у циљу одређивања годишњег броја возњи (тура) које генерише свака зона.
<i>TLUMIP</i>	(Donnelly et al., 2018)	Број и руте комерцијалних возњи.

Неколико модела примењено је у пракси, како у Европи (на пример, *VISEVA-W* и *FRETURB V3*) тако и у САД (на пример, *TLUMIP*). Сви наведени модели, према објекту моделирања, могу се сврстати у моделе на бази терета, моделе на бази возила, моделе на бази испорука или комбиноване моделе који подразумевају комбинацију ових приступа.

Модели у којима је покушано укључивање прогнозирања и решавања проблема остају теоријски и веома тешки за имплементацију (Ambrosini et al., 2013; Crainic et al., 2009; Nuzzolo et al., 2012; Russo, Comi, 2010). Многи развијени модели не користе се у пракси пре свега због потребе за прикупљањем великог броја података. Због тога је важно упростити модел до нивоа комплексности који омогућава његову практичну примену.

У неким истраживањима (Cardenas et al., 2017) као ограничење четворостепених и многих других транспортних модела, наводи се то да не обухватају одређене елементе друштвених трошкова, али и друге елементе као што је оптимизација утовара и истовара, понашање купаца у е-трговини, дељење путничких и теретних токова (захтева) и тако даље. Из описаних особина алата приказаних у табели 4.1 јасно се види да се само *GAMS* модел бави трошковима. Међутим, овај модел процењује оперативне трошкове транспорта и не бави се проценом ЕТ-а, који су тема ове докторске дисертације. Према томе, интеграција модела потражње за теретним транспортом са другим моделима, пре свега са моделима ЕТ-а, веома је значајна за процес развоја одговарајућег модела за доношење одлука у процесу планирања УТТ-а. Како је један од основних циљева

одрживог УТТ-а смањење ЕТ-а, посебно се издваја значај интеграције ових модела са моделима за прорачун ЕТ-а транспорта. Због тога ће наредна тачка бити посвећена идентификацији постојећих модела за прорачун ЕТ-а транспорта.

4.2.2. Модели за прорачун екстерних трошкова транспорта

ЕТ-и транспорта, како је раније описано, директно су зависни од обима активности која их генерише. Ако се ЕТ-и у моделу посматрају на тај начин, онда се њихово смањење или повећање може десити само ако се смањи/повећа количина активности. Међутим, генератор ЕТ-а може да спроведе одређене активности за смањење јединичних ЕТ-а, као што и субјекти на које утичу транспортне активности може да спроведе активности заштите од негативних ефеката, а да притом обим активности која генерише ЕТ-е остане иста. Због тога је у раду (Verhoef, 1994) концептуална функција ЕТ-а транспорта дефинисана у зависности од обима активности A која генерише негативне екстерналије, количине финансијских издатака жртве негативних екстерних ефеката T_k за спровођење одбрамбених мера и количина финансијских издатака генератора екстерних ефеката T_p за спровођење мера смањења екстерних ефеката, на следећи начин:

$$ET = ET(A, T_k, T_p) . \quad (4-1)$$

На износ ЕТ-а транспорта посебно могу да утичу и бројни други фактори, као што је количина терета који се транспортује, степен искоришћења товарног капацитета возила, услови и начин вожње и тако даље. Због тога аутори научног рада (Digiesi et al., 2017) екстерне трошкове $EC_{k,i}$ негативне екстерналије k коју генерише вид транспорта i , поред активности која генерише трошкове, односно потражње за транспортом терета D (изражене у укупним пређеним километрима свих видова транспорта), изражавају у функцији од додатних фактора и то количине терета M (израженог у тонама), емисионог фактора вида транспорта i усвојеног за одређену брзину кретања, просечне брзине транспорта v и јединичних трошкова негативне екстерналије k , на следећи начин:

$$EC_{k,i} = f[D, M, E_i, v, c_k] . \quad (4-2)$$

Овакав начин изражавања функције ЕТ-а погодан је за примену у контексту УТТ-а. Применом различитих технологија и начина организације теретних токова у градским подручјима могу се оптимизовати D , E_i и v .

Аналитичке методе за прорачун ЕТ-а генерално се заснивају на поједностављеној формули приказаној у научном раду (Fridell et al., 2011):

$$ET = \text{Јединични } ET \cdot \text{степен штете} \cdot \text{интензитет} \cdot \text{обим} . \quad (4-3)$$

Са аспекта транспорта, обим представља транспортни рад, односно возило-километре или тона-километре који су обављени одређеним видом транспорта. Интензитет неког ефекта представља физичку меру ефекта у односу на обављени транспортни рад, на пример, емисија CO₂ по возило-километру. Степен штете односи се на величину ефекта, на пример, број умрлих или број оболелих због емисије штетних честица. Јединични ЕТ-и представљају трошкове који су нанесени друштву због одређене штете, на пример, трошкови по умрлом или оболелом.

Интензитет и степен штете негативних ефеката транспортне активности зависи од различитих атрибута те активности. Према томе, атрибути активности такође дефинишу количину ЕТ-а. С тим у вези у раду (Eriksen, 2000), дата је поједностављена формулу (једначина 4-4) за прорачун ЕТ-а, у којој се узима у обзир интензитет и степен штете негативних ефеката транспорта. Према томе, екстерни трошкови ET одређују се на основу количине транспортне активности A (изражене у возило километрима или тонским километрима одређеног вида транспорта), интензитета ефекта E_{int} који је у вези са обимом транспорта (на пример, количина емисије чврстих честица по пређеном возило километру што се конвертује у концентрацију загађујућих материја по кубном метру ваздуха), степена штете E_{step} који је у вези са величином негативног ефекта (на пример, број умрлих или оболелих због концентрације штетних честица у ваздуху) и јединичних ЕТ-а по јединици штете et (на пример, ЕТ-и по умрлом лицу или по једном оболелом случају), на следећи начин:

$$ET = et \cdot E_{step} \cdot E_{int} \cdot A . \quad (4-4)$$

У раду (Havenga, 2015), поред модела за прорачун интерних логистичких трошкова, развијен је и аналитички модел за прорачун ЕТ-а у друмском и железничком теретном транспорту, на великим и кратким удаљеностима. Резултати примене модела, на примеру Јужне Африке, приказани су и дискутовани само на националном нивоу и показују да ЕТ-и износе додатних 18% на већ веома високе трошкове транспорта, при чему убедљиво највећи удео има друмски транспорт на великим растојањима. Као најзначајније категорије негативних екстерналија транспорта на националном нивоу издвајају се ЕТ-и саобраћајних незгода и емисије гасова. Такође, аналитички модел за прорачун ЕТ-а емисије штетних гасова, саобраћајних загушења, саобраћајних незгода, буке и оштећења коловоза, на националном нивоу, за 1995. годину у Белгији, приказан је у раду (Beuthe et al., 2002). Овај модел је базиран на и-ц матрицама националних саобраћајних токова. Као предност овог модела издваја се мрежни приступ и могућност моделирања на нивоу

деонице пута, што пре свега, омогућава прецизнију процену, ЕТ-а саобраћајних загушења. Аналитичке формулације за прорачун интерних и ЕТ-а теретног транспорта приказане су у моделу (Ortolani et al., 2011). ЕТ-и друмског транспорта моделирани су у функцији времена, пређеног пута и еколошких аспеката. Даље, време је моделирано у функцији брзине кретања, а еколошки аспекти у функцији чак 13 различитих утицаја на животну средину. Модел је примењен на примеру регионалне/националне дистрибуције у северној Италији. Овај модел намењен је за анализу еколошког утицаја одлука које доносе менаџери дистрибуције у компанијама. Нажалост, ниједан од три наведена модела није примењен на локалном нивоу и не обухвата никакве специфичности и детаље система УТТ-а.

Модел за процену користи од увођења разних опција наплате за учествовање у саобраћају, који се базира на интерним и екстерним трошковима (амортизација инфраструктуре, саобраћајне незгоде, загађење ваздуха, бука, промена климе), предложен је у раду (Glaister, Graham, 2005). Излазни резултати модела приказују ефекте различитих сценарија наплате на обим саобраћаја, цене и тарифе, субвенције, еколошке наплате, користи за крајње кориснике, приход влади и укупну нето корист. Овај модел не односи се на конкретну транспортну мрежу и не покушава да прикаже изворно-циљна кретања возила, већ се базира на годишњем протоку возила на типичним путевима, у различитим временским периодима и на различитим местима. Овај модел примењен је у градским подручјима (насељеним местима) у Енглеској. Међутим, ако се посматра са аспекта истраживања које се спроводи у овој докторској дисертацији, може се закључити да овај модел не може да симулира промене изазване применом иницијатива УЛ-е, које утичу на количину активности теретних возила у градском подручју.

Веома мали број аутора бави се развојем генеричких математичких (аналитичких) модела за прорачун ЕТ-а транспорта терета. Такви модели веома су корисни за стратешку идентификацију главних фактора који утичу на конкурентност транспортних решења у погледу ЕТ-а (Mostert, Limbourg, 2016), али се могу користити и у друге сврхе. Због тога, али и због знатно нижих јединичних ЕТ-а у железничком транспорту, аутори који се баве моделирањем ЕТ-а транспорта најчешће су фокусирани на упоредну анализу железничког и осталих видова транспорта и/или на анализе мрежа интермодалног транспорта. С тим у вези, Јанић (Janic, 2007) развија аналитички модел за прорачун интерних и ЕТ-а, посебно за мреже интермодалног и мреже друмског транспорта, на макро нивоу. Модел је подељен на четири основне компоненте (интерни трошкови транспорта, трошкови времена, трошкови манипулисања и ЕТ-и) које су приказане у табели 4.2 и за сваку компоненту формирана је посебна генеричка једнакост (од једначине 4-6 до једначине 4-9). Овај модел је примењен на студији случаја интермодалног транспорта терета у Европи. Јанић у (Janic, 2007) долази до закључка да

интернализација ЕТ-а доводи до повећања растојања на коме се налази „преломна тачка“ (енгл. *breakeven distance*) између друмског и интермодалног транспорта, у поређењу са ситуацијом када се посматрају само оперативни трошкови. Према овим изненађујућим резултатима, интернализација би смањила конкурентност интермодалног транспорта, иако се често наглашава како железнички вид транспорта генерише најмање ЕТ-е. Такви резултати доводе у питање циљеве ЕУ да интернализацијом постигну трансфер одређеног дела терета са друмског на железнички вид транспорта.

Табела 4.2. Генерички модел за прорачун интерних и ЕТ-а интермодалног и друмског транспорта (извор: Јаџић, 2007, стр. 37)

Интерни трошкови:

1. Трошкови транспорта

$$\begin{aligned} &= (\text{фреквенција}) \times (\text{трошкови по фреквенцији}) \\ &= ((\text{потражња}) / (\text{искор. тов. простора} \times \text{капацитет возила})) \times \\ &\quad (\text{трошкови по фреквенцији}) \end{aligned} \quad (4-6)$$

2. Трошкови времена

$$\begin{aligned} &= (\text{потражња}) \times (\text{време}) \times (\text{трошкови по јединици} \\ &\quad \text{времена по јединици потражње}) \end{aligned} \quad (4-7)$$

3. Трошкови манипулације

$$= (\text{потражња}) \times (\text{трошкови по јединици потражње}) \quad (4-8)$$

Екстерни трошкови:

4. Трошкови транспорта

$$\begin{aligned} &= (\text{фреквенција}) \times (\text{екстерни трошкови по фреквенцији}) \\ &= ((\text{потражња}) / (\text{искор. тов. простора} \times \text{капацитет возила})) \times \\ &\quad (\text{екстерни трошкови по фреквенцији}) \end{aligned} \quad (4-9)$$

Полазећи од области истраживања у овој докторској дисертацији, у наставку је пажња посвећена само оном делу приказаног модела који служи за прорачун ЕТ-а транспорта (једначина 4-9), односно компоненти тог модела која се односи на прорачун ЕТ-а³³. У даљем раду предузеће се кораци за његово унапређење, прилагођавање примени у УТТ-у и интеграцију са другим транспортним моделима и моделима УЛ-е. На основу генеричке формуле (једначина 4-9), направљен је модел ЕТ-а за друмску и интермодалну мрежу. Модел ЕТ-а за друмску транспортну мрежу, приказан је у једначини 4-10. Детаљан опис свих осталих једнакости приказаних у табели 4.2 може се пронаћи у раду (Јаџић, 2007). Аутор овог рада, екстерне трошкове C_{kl} на релацији од зоне k до зоне l

³³ Када се у даљем тексту помене модел из рада (Јаџић, 2007) подразумеваће се да се мисли на компоненту модела која је намењена за прорачун ЕТ-а. Остале компоненте нису од значаја за истраживање у овој докторској дисертацији, јер се односе на интерне трошкове.

изражава на основу количине терета Q_{kl} који се транспортује од зоне k до зоне l , коефицијента искоришћења носивости возила λ_{kl} на релацији од зоне k до зоне l , капацитета возила M_{kl} на релацији од зоне k до зоне l , јединичних ЕТ-а $c_{e/kl}$ од зоне k до зоне l и растојања d_{kl} од зоне k до зоне l , на следећи начин:

$$C_{kl} = (Q_{kl}/\lambda_{kl}M_{kl})c_{e/kl}(d_{kl}) . \quad (4-10)$$

Аутор Гонзалез-Фелиу (Gonzalez-Feliu, 2016) при анализи система теретних трамваја у градским подручјима, због непостојања адекватног интегрисаног модела трошкова УТТ-а и система консолидације, користи модел предложен у (Јанић, 2007). Овај модел због своје намене не обухвата специфичности везане за доставу терета у градским подручјима. Због тога овај модел представља добру основу за даљи развој и моделирање ЕТ-а транспорта терета у градским подручјима. Значајан простор за унапређење огледа се у томе што Јанић, у свом моделу у (Јанић, 2007), категорије ЕТ-а транспорта не посматра појединачно, већ је узета свеобухватна јединична вредност за локално и глобално загађење ваздуха, саобраћајна загушења, буку и саобраћајне незгоде. Такође, његов модел не узима у обзир специфичности УТТ-а и система дистрибуције робе у градским подручјима.

4.3. Методе процене утицаја иницијатива и концепата урбане логистике на екстерне трошкове урбаног теретног транспорта

Истраживачи УЛ-е често наглашавају потребу за систематским интегрисањем планирања УТТ-а ка планирању УЛ-е као целине. У литератури постоје различити модели и методе које се могу применити у сврху процене утицаја различитих решења УЛ-е. Ови модели генерално се могу поделити на једно-критеријумске (различите хеуристичке, егзактне и стохастичке методе) и више-критеријумске (аналитички хијерархијски процес, *TOPSIS*, *SWOT*, генетски алгоритми и слично) (Vieira, Luna, 2016).

Бројни су проблеми и изазови у моделирању процене утицаја иницијатива и концепата УЛ-е. Како је раније објашњено, поред УКЦ-а могуће је применити бројне друге иницијативе у дефинисању УКЦ концепта. Ефекти иницијатива које чине концепт често могу бити међусобно повезани. Због тога избор одговарајућег УКЦ концепта зависи од потреба и особина бројних субјеката са конфликтним циљевима и многих других фактора окружења у коме концепт треба да се примени. То чини моделе за избор одговарајућег концепта веома комплексним. Аутори Тадић и други (Tadić et al., 2014a) предлажу комплексни вишекритеријумски модел који се базира на *DEMATEL* (енгл. *Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Model*), *ANP* (енгл. *Analytical Network*

Process) и *VIKOR* (Вишекритеријумска оптимизација и компромисно решење) методама. Аутори примењују модел на студији случаја предлагајући четири различита концепта УЛ-е, који се заснивају на консолидационим центрима, карго трамвајима, електричним друмским доставним возилима и интермодалном транспорту. Излазно решење модела је најповољнија опција од предложених концепата на основу бројних сценарија и критеријума. Неки од критеријума подразумевају и екстерне ефекте транспорта, али модел не процењује ЕТ-е транспорта као свеобухватан (економски) показатељ екстерног утицаја транспортних активности у градском подручју.

Домаћи аутори Тадић и Зечевић (Tadić, Zečević, 2016), опсежно су се бавили проблемима моделирања концепција сити логистике и дали су изузетан допринос утемељењу и развоју овог истраживачког правца код нас. Они наводе да постоје модели који укључују намену земљишта и локације логистичких објеката, у циљу анализе утицаја на развој и генерисање урбаних теретних токова. Један такав модел дефинисан је у раду (Crainic et al., 2004). Резултати овог истраживања указују на то да, предложени систем може допринети достизању циљева унапређења животне средине у граду, уз разумне трошкове. При томе, локација УКЦ-а игра значајну улогу у ефикасности система (Gogas, Nathanail, 2017; Gonzalez-Feliu, Salanova-Grau, 2014), посебно у смислу генерисања трошкова. Аутори рада (Gonzalez-Feliu, Salanova-Grau, 2014) наводе да многе методе оптимизације локације УКЦ-а захтевају напредно знање из области операционих истраживања и због тога предлагају једноставан начин избора локације применом *semi-greedy* алгоритма и прорачуном показатеља приступачности потенцијалне локације.

У раду (Eidhammer, Andersen, 2014) по први пут је *CBA* метода прилагођена за примену на иницијативама УЛ-е, а ефекти хармонизације величине теретних возила са претоварним рампама изражени су монетарно. У том смислу, веома корисни алати развијени су у оквиру *NOVELOG* пројекта. У циљу подршке доношењу одлука за одрживу УЛ-у, ови алати базирају се на моделима из стручне и научне литературе и различитим методама процене утицаја (табела 4.3). Од посебног значаја за истраживање у овој докторској дисертацији издваја се *SCBM* модул алата *Evaluation*, који врши процену екстерних користи од примене решења УЛ-е. Екстерне користи, у овом случају, дефинисане су по принципу да је смањење ЕТ-а транспорта, у односу на стање пре увођења решења, једнако екстерним користима од увођења решења, на следећи начин:

$$\left[\begin{array}{c} \text{мањи екстерни трошкови у односу} \\ \text{на стање пре увођења решења УЛ-е} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{екстерне користи од} \\ \text{увођења решења УЛ-е} \end{array} \right] \cdot \quad (4-11)$$

Тачније, екстерне користи једнаке су разлици између ЕТ-а пре и после увођења решења (Nathanail et al., 2016). Ова претпоставка је у складу са тезом у раду (Kotowska, 2019), да

су друштвене користи од примене решења УЛ-е једнаке разлици између трошкова пре и после увођења решења. Предност овог модела, у односу на друге моделе ЕТ-а у литератури, је што обухвата ЕТ-е утицаја транспорта на пораст броја запослених и на развој локалне економије (позитивне екстерналије). Ограничење овог модела је што не обухвата ЕТ-е производње и експлоатације горива. Такође, као ограничење овог модела, може се издвојити и то да корисник модела, између осталог, мора да обезбеди податке о броју возила и просечном пређеном путу возила пре и после примене решења УЛ-е.

Табела 4.3. Примењене методе и модели и намена алата развијених у оквиру *NOVELOG* пројекта (табела обликована од стране аутора дисертације на основу: Aditjandra et al., 2016; Halatsis et al., 2016; Nathanail et al., 2016)

Алат	Модул	Намена	Методе и модели
<i>Understanding cities</i>		Намењен је да омогући кооперацију, стварање консензуса и заједничког разумевања између различитих субјеката УЛ-е, што је неопходно за осигурање дугорочног решавања проблема	<i>Delphi</i> метод <i>PROMETHEE</i> метод
<i>Evaluation</i>		Омогућава градовима да оцене имплементирани и/или планирани иницијативе на основу прикупљених података или излазних података модела, а садржи још 4 модула у циљу добијања специфичнијих резултата	<i>Life Cycle Sustainability Analysis (LCSA)</i> <i>MAMCA</i> <i>Behavioral modeling (Agent-based model, Transtheoretical Model)</i>
	<i>IA модул (енгл. Impact Assessment)</i>	Омогућава проналажење одговарајуће методологије за процену утицаја у зависности од доступности модела	Филтрирање базе података
	<i>SCBM модул (енгл. Social Cost-Benefit Analysis)</i>	Модул за оцену планираних или имплементираних иницијатива или концепата у монетарним јединицама	<i>SCBA</i>
	<i>TAM модул (енгл. Transferability and Adaptability)</i>	Модул за идентификацију изводљивости развоја потпуно нове иницијативе, директне имплементације добре праксе из других градова или усвајање добре праксе уз прилагођавање конкретном градском подручју	Филтрирање базе података
	<i>RAM модул (енгл. Risk Analysis)</i>	Модул који процењује спољне (друштвено-политички, економски, доступност инфраструктуре и технолошких иновација, природне катастрофе и грађански немири) и унутрашње изворе ризика	<i>Risk Severity Index (RSI)</i>

	(управљање, људски ресурси, маркетинг, информационе технологије (ИТ) и финансијски)	
Toolkit	Намењен је да служи као подршка градовима у идентификацији иницијатива које су примењене у другим сличним градовима, чиме се олакшава избор одговарајућег концепта УЛ-е за примену у посматраном градском подручју	Методологија најбоље праксе
Guidance	Овај алат је у фази развоја	

За процену утицаја доставе ван радног времена у раду (Verlinde, Macharis, 2016) коришћена је *МAMCA* метода. Резултати мерења показали су да је брзина испоруке 50% већа ноћу, да је за истовар ноћу потребно 15% више времена, потрошња горива је 14% већа дању, да је бука истоварних операција у дозвољеним границама, али да бука маневрисања возила прелази дозвољене границе. Резултати *МAMCA* методе показали су да прелазак на доставе ван радног времена може да добије генералну подршку субјеката УЛ-е.

Веома мали број радова бави се новчаном квантификацијом утицаја УКЦ иницијативе на ЕТ-е транспорта, што је препознато у једном од скоријих радова (Björklund et al., 2017) као потенцијал за будућа истраживања. То потврђује потребу за истраживањем које се спроводи у овој докторској дисертацији и пуно говори о значају и актуелности спроведеног истраживања. Утицај примене УКЦ-а на ЕТ-е УТТ-а, између осталог, анализира се у докторској дисертацији (Janjevic, 2016). То истраживање може се сматрати најприближнијим ономе које се спроводи у овој докторској дисертацији. Основна разлика јесте што моделирање ЕТ-а УТТ-а није главни фокус истраживања у наведеној докторској дисертацији, па развоју модела за прорачун ЕТ-а УТТ-а није посвећена довољна пажња. Посебна пажња посвећена је развоју модела за прорачун интерних трошкова УТТ-а. Што се модела ЕТ-а тиче, процењено је да је најнижи ниво детаљности довољан да се не би повећавала комплексност и отежавала примена целокупног модела. За прорачун ЕТ-а коришћена је методологија и резултати *ИМРАСТ* студије (Korzhenevych et al., 2014), али том приликом нису идентификоване нити обухваћене специфичности УТТ-а, које утичу на износ ЕТ-а, односно није даље разрађена идеја моделирања ЕТ-а УТТ-а. За дефинисање сценарија дистрибуције робе преко УКЦ-а, на практичном примеру Бриселског региона, коришћена је комбинација квалитативног и квантитативног приступа. Резултати су показали, да се ЕТ-и емисије штетних гасова (загађење ваздуха и промена климе) смањују од -3% до -8,1%, док се ЕТ-и буке крећу у опсегу од -2,2% (смањење) до +5,6% (повећање), у зависности од примењеног УКЦ концепта. Ограничењем истраживања у докторској дисертацији (Janjevic, 2016), са аспекта ЕТ-а транспорта, може се сматрати мали број обухваћених

негативних екстерналија; обухваћене су само три категорије ЕТ-а (загађење ваздуха, промена климе и бука). У наведеној докторској дисертацији наводи се и да се применом електричних возила за испоруке из УКЦ-а, смањују ЕТ-и емисије штетних гасова, у које спадају и ЕТ-и промене климе. Међутим, такав закључак донет је без узимања у обзир ЕТ-а производње и експлоатације горива. Ова категорија ЕТ-а сматра се веома значајном за анализу сценарија примене електричних возила, јер утицај производње електричне енергије на промену климе може бити значајан, а тај утицај је у овом случају занемарен.

У раду (Paroutsis et al., 2018) такође је, поред утицаја других иницијатива, вршен прорачун утицаја примене УКЦ иницијативе на ЕТ-е и одређен је индекс одрживости иницијативе. Резултати су показали да је у случају примене УКЦ-а индекс одрживости сличан као и када се не би предузимале никакве мере. Том приликом израчунати су ЕТ-и једног малопродајног ланца снабдевања у ванградском транспорту (од дистрибутивног центра до УКЦ-а) и у локалном транспорту (од УКЦ-а до прималаца у граду). Ограничење овог истраживања је што ЕТ-и не зависе од периода дана, нити од специфичности УТТ-а. Такође, ограничење је што се посматра само један ланац снабдевања, јер ефекти УКЦ-а добијају на значају тек са постизањем економије обима.

4.4. Систематизација идентификованих ограничења у приказаним моделима

У циљу добијања резултата истраживања, најпре су идентификована ограничења везана за постојећа сазнања која се односе на предмет и области истраживања. Систематичном анализом литературе у првом делу дисертације утврђено је следеће:

- развоју модела УТТ-а посвећена је значајна пажња последњих година, те су традиционални модели, значајно унапређени у правцу моделирања теретног транспорта. Међутим, излазни резултати ових модела углавном се односе на утврђивање транспортних перформанси, али не и на трошкове, а посебно не ЕТ-е транспорта. Према томе, прегледом постојећих модела потражње за транспортом може се издвојити недостатак интеграције ових модела са моделима за прорачун ЕТ-а транспорта;
- развој аналитичких модела за прорачун ЕТ-а УТТ-а је врло актуелна и недовољно истражена проблематика; При томе, ЕТ-и се рачунају као део укупних трошкова транспорта на већим растојањима. Такви модели најчешће су намењени за процену утицаја промене вида транспорта. С обзиром да у градском подручју доминира друмски транспорт на кратким растојањима, у већини случајева таква упоредна анализа ЕТ-а није од значаја. Због тога се, у процесу њиховог развоја, много већи значај и пажња додељује моделирању интерних трошкова, који су вишеструко већи. Важни фактори који се односе на стварање ЕТ-а у УТТ-у могу бити занемарени као последица таквог усмеравања пажње, као што је режим

саобраћаја и загушења, груписање теретних токова и слично. Ограничење постојећих модела за прорачун ЕТ-а транспорта је што углавном не обухватају све негативне екстерналије, бројне специфичности УТТ-а и њихов утицај на ЕТ-е транспорта;

- досадашња истраживања анализе утицаја примене иницијатива УЛ-е указују на потребу за новим моделима, који квантификују утицај на ЕТ-е УТТ-а. С тим у вези, неопходан је интегрисани приступ развоју модела са транспортног, економског и логистичког аспекта.

Систематизацијом ограничења истраживања прикупљено је довољно доказа и стечени су услови за давање одговора на ИП-1, које гласи:

Да ли су постојећи аналитички модели за прорачун ЕТ-а транспорта погодни за процену утицаја решења УЛ-е на ЕТ-е друмског УТТ-а, односно да ли постоји простор за њихово унапређење?

У циљу пружања одговора на ИП-1, дат је преглед литературе и модела потражње за транспортом терета у градским подручјима, аналитичких модела за прорачун ЕТ-а транспорта и модела који се користе у УЛ-и за процену утицаја примене различитих иницијатива и концепата. Анализом приказаних модела **идентификована су и систематизована ограничења постојећих модела**. На основу систематизованих ограничења, може рећи да постојећи модели за прорачун ЕТ-а углавном не узимају у обзир све специфичности УТТ-а. Такође, често се у обзир узима ограничен број категорија ЕТ-а у појединачним моделима. На крају, постојећи модели, који служе за избор најбољих решења УЛ-е, углавном нису интегрисани са моделима прорачуна ЕТ-а у планирању и доношењу одлука. Према томе, може се закључити да **постојећи модели нису у потпуности прилагођени** специфичностима генерисања ЕТ-а друмског УТТ-а, те да **постоји простор за њихово унапређење**, што представља јасан одговор на ИП-1.

Да би се идентификована ограничења превазишла неопходно је предузети следеће кораке:

- (1) јасно дефинисати проблем и спровести анализу система у циљу идентификовања кључних фактора који утичу на стварање ЕТ-а у УТТ-у;
- (2) на основу идентификованих утицајних фактора и њихове повезаности развити аналитички модел за прорачун ЕТ-а УТТ-а који је примењив у смислу процене утицаја иницијатива и концепата УЛ-е на ЕТ-е УТТ-а;

- (3) тестирати предложени модел на студији случаја одређеног градског подручја, приказати и критички анализирати резултате, те спровести анализу осетљивости излазних резултата модела;
- (4) идентификовати ограничења модела и предложити кораке за њихово отклањање у будућим истраживањима.

Ови кораци спроведени су у другом делу истраживања и описани у другом делу докторске дисертације.

4.5. Резиме поглавља

Модел и методе УТТ-а, ЕТ-а и УЛ-е, систематично су приказани и анализирани у овом поглављу. С тим у вези, приказано је постојеће стање науке у погледу развоја модела и описане су најважније особности постојећих модела. На крају поглавља уочена су ограничења постојећих истраживања, на основу којих је дефинисан простор за научни допринос у овој докторској дисертацији.

Ниједан од приказаних модела ЕТ-а не обухвата бројне специфичности дистрибуције робе у градским подручјима и њихову везу са генерисањем ЕТ-а у УТТ-у. Такође, мали је број радова у којима је извршена интеграција транспортних модела са моделима за прорачун ЕТ-а транспорта. Према сазнањима аутора ове дисертације таквим моделима није посвећена довољна пажња, а таква интеграција од посебног је значаја за планере УЛ-е и остале субјекте. Разлог за то је омогућавање процене ЕТ-а (једног од основних циљева одрживе УЛ-е) на основу активности које их генеришу. На крају, радови обично узимају у обзир једну или две иницијативе, на пример комбинацију УКЦ-а и електричних возила. Није пронађен ниједан рад у коме се систематично проучава утицај већег броја иницијатива на генерисање ЕТ.

У наредним поглављима, односно у другом делу ове докторске дисертације, приказан је поступак развоја модела који делимично отклања идентификована ограничења. С тим у вези, нови модел треба да интегрише транспортну, економску и логистичку димензију дистрибуције робе у градским подручјима, са фокусом на ЕТ-е друмског УТТ-а. Задатак модела за прорачун ЕТ-а у системима дистрибуције робе у градским подручјима је да се омогући једноставан прорачун и анализа промена које настају услед примене различитих иницијатива и концепата УЛ-е.

ДЕО 2

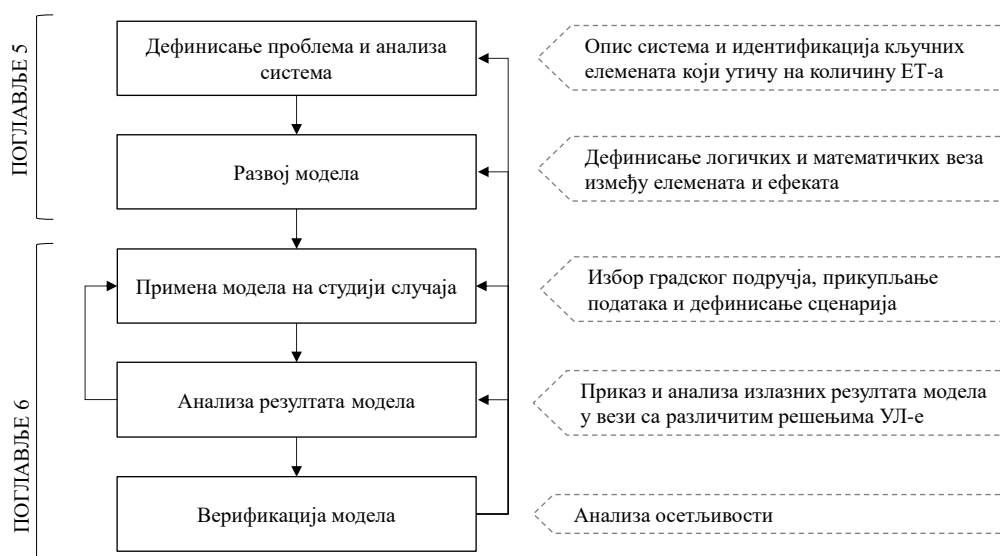
РАЗВОЈ И ПРИМЕНА МОДЕЛА

5. РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ПРОРАЧУН ЕКСТЕРНИХ ТРОШКОВА У СИСТЕМИМА ДИСТРИБУЦИЈЕ РОБЕ У ГРАДСКИМ ПОДРУЧЈИМА

Практични успех идеје, без обзира на инхерентне могућности, завистан је о ставу савременика.

Никола Тесла (1856 – 1943. године)

У првом делу ове докторске дисертације, приказан је преглед стања науке и систематизована су сазнања у областима од значаја за истраживање. Притом, идентификована су и систематизована ограничења постојеће литературе и питања која нису довољно или нису уопште разматрана. Други део овог текста посвећен је предузимању конкретних корака за моделирање ЕТ-а у системима дистрибуције робе у градским подручјима, којим би се делимично уклонила идентификована ограничења постојећих модела. У ту сврху, најпре је дат кратак опис и идентификовани су кључни елементи система, у циљу формирања логичких и математичких веза између њих. У складу са дефинисаном облашћу истраживања, моделирање је фокусирано на ЕТ-е друмског УТТ-а, као најзначајнијем делу система дистрибуције робе у градовима, у смислу негативних ефеката. Такође, са аспекта иницијатива и концепата УЛ-е, фокус је на решењима која се заснивају на УКЦ иницијативи. У складу са класификацијама модела приказаним у тачки 4.1, нови модел се може сврстати у системске, агрегиране и аналитичке транспортно-економске моделе. Овај део докторске дисертације организован је у складу са основним корацима у моделирању (слика 5.1). Ови кораци детаљније су објашњени у даљем тексту.



Слика 5.1. Структура другог дела докторске дисертације (прилагођено на основу: Ћићак, 2003, стр. 23)

5.1. Дефинисање проблема и анализа система

Поступак моделирања и анализе ЕТ-а у системима дистрибуције робе у градским подручјима подразумева, пре свега, дефинисање проблема и спровођење анализе система који се моделира. На тај начин идентификовани су елементи система и активности које у посматраном систему стварају ЕТ-е, као и њихова повезаност. Овај први корак у поступку развоја и примене модела значајан је за прецизно обликовање модела.

Како је раније наглашено, друмски УТТ се издваја као најважнији део система дистрибуције робе у градским подручјима. Систем друмског УТТ-а се између градова може значајно разликовати, али генерално се састоји из два структурна елемента: чворови и везе (Rodrigue et al., 2017). Чворови на мрежи представљају извор и циљ теретних токова (улазне тачке у градско подручје, складишта, фабрике, продајни објекти, претоварни терминали, консолидациони центри и тако даље). Везе између чворова односе се на саобраћајна инфраструктуру града и ове омогућавају транспорт терета између два или више чвора.

Урбани теретни токови, на основу локације извора и циља, могу се генерално поделити на (Pyza, 2011; Sarkar et al., 2015):

- токове који отпочињу у градском подручју и завршавају се ван градског подручја – изворни токови;
- токове који отпочињу ван градског подручја и завршавају се у градском подручју – циљни токови;
- токове који отпочињу и завршавају се у градском подручју – локални токови;
- токове који отпочињу и завршавају се ван градског подручја, а пролазе кроз посматрано градско подручје – транзитни токови.

Изворни и циљни токови, као и токови који транзитирају кроз градско подручје, спадају у међумесне токове (транспорт на великим удаљеностима), а токови који отпочињу и завршавају се у градском подручју спадају у унутарградске токове (транспорт на кратким релацијама) (Giuliano, Hanson, 2004; Jereb et al., 2018; Pyza, 2011).

Са аспекта ланаца снабдевања, УТТ-а и броја актера у транспорту, међумесни теретни токови могу се реализовати на три начина (Daganzo, 2005):

- један-ка-један – када једно возило доставља пошилику од пошилиаоца до примаоца, па се након тога враћа назад;
- један-ка-више – када једно возило доставља више пошилиака од једног пошилиаоца до више прималаца у градском подручју;

- више-ка-више – када се више пошиљака од више пошиљалаца доставља до претоварног објекта, лоцираног у релативној близини примаоцима (на пример, УКЦ-а), након чега се, најчешће мањим возилима, врши локални транспорт до више прималаца у градском подручју.

Прва два начина представљају традиционалне начине организације теретних токова, најчешће конвенционалним друмским транспортним средствима. Управљање токовима један-ка-један и један-ка-више, са аспекта градских власти, ограничено је углавном на регулаторне мере као што су, на пример, посебни режими саобраћаја и забране за теретна возила, наплата коришћења градских саобраћајница и слично. Више-ка-више начин организације теретних токова односи се на савремена решења УЛ-е. Основна предност овог начина организације теретних токова, са аспекта планера и организатора УТТ-а, јесте што омогућава једноставније и напредније управљање теретним токовима у градском подручју. Основни недостатак је то што захтева постојање места/објекта (то јест, УКЦ-а). То ствара додатне трошкове који су повезани са радом УКЦ-а (трошкови земљишта/изнајмљивања простора, трошкови претовара и тако даље), али и омогућава ефикаснију организацију УТТ-а.

Транспорт терета преко УКЦ-а, у складу са наведеном поделом, спада у више-ка-више начин организације теретних токова. Код овог начина, урбани теретни токови генерално се деле у две фазе (Nesterova et al., 2013):

- Фаза 1. међумесни транспорт претежно тешким теретним возилима са ниским искоришћењем товарног капацитета возила;
- Фаза 2. транспорт терета до прималаца у градском подручју, по могућству еколошки прихватљивим возилима, са високим искоришћењем товарног капацитета возила.

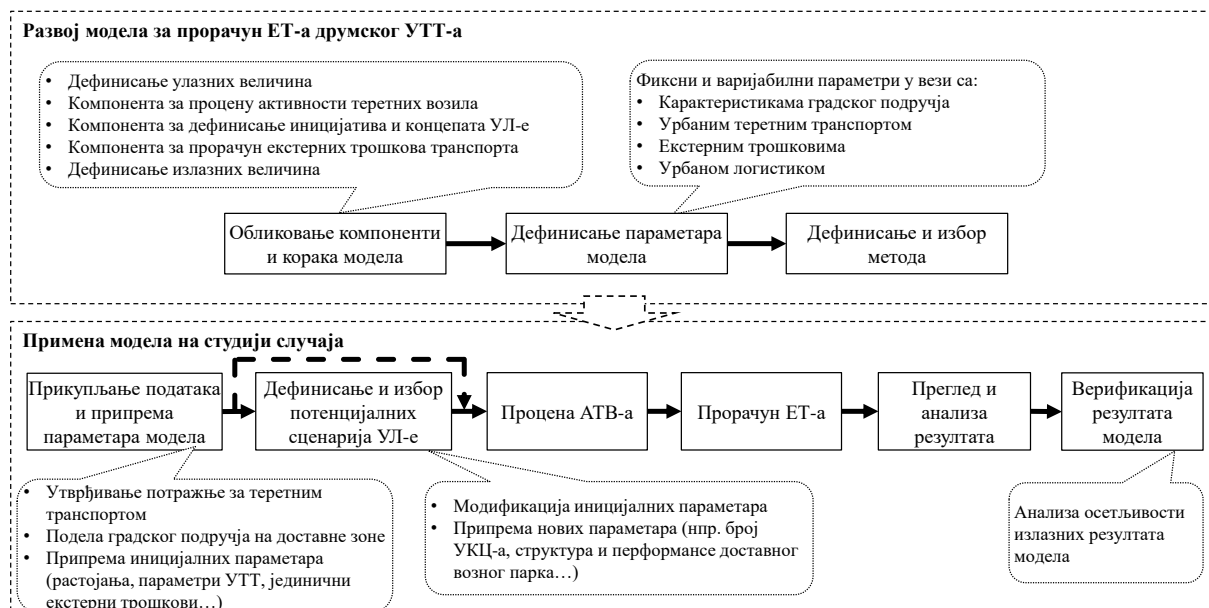
Прва фаза односи се на транспорт на већим међумесним растојањима. У овој фази се претежно користе конвенционална тешка теретна возила. Услед увођења УКЦ-а одређени део теретних токова се преусмерава на УКЦ, чиме се примарна рута теретних возила мења. Таква промена не игра значајну улогу у укупним трошковима ове фазе у целости. Међутим, са аспекта УТТ-а, а посебно ЕТ-а УТТ-а, оваква промена може бити значајна. Због тога, ову фазу не би требало изоставити из поступка моделирања. Тачније, модел треба да обухвати онај део токова прве фазе који се реализују у градском подручју. Ту спадају директни токови од уласка у градско подручје до прималаца у граду, као и токови од уласка до УКЦ-а, уколико је ова иницијатива имплементирана или се планира њена примена.

Друга фаза подразумева постојање претоварног терминала, као што је УКЦ, где се међумесни теретни токови трансформишу у локалне, урбане теретне токове. Транспортни задаци од УКЦ-а до прималаца у градском подручју обављају се локалним доставним возилима. Локална доставна возила могу бити у власништву УКЦ-а или се за то могу ангажовати превозници (логистички оператори) који задовољавају специфичне услове. Основне карактеристике ових возила, по правилу се разликују од карактеристика возила у међумесним токовима. То су углавном мања возила, мање носивости, повољнијег утицаја на животну средину и саобраћајни систем града и слично. Поред тога, ова возила често морају да задовоље одређене регулаторне услове (минимално дозвољено искоришћење товарног капацитета возила, емисија гасова, бука и тако даље), како би било могуће њима вршити транспорт до прималаца у градском подручју, а посебно у централној градској зони. Свако возило може да опслужује већи број прималаца. Што је већи број прималаца опслужен једним возилом, мањи су трошкови доставе сваком од њих, односно веће су користи увођења УКЦ-а, како у погледу интерних, тако и у погледу ЕТ-а и укупних друштвених трошкова.

Сврха модела за прорачун ЕТ-а у системима дистрибуције робе у градским подручјима, јесте да се на основу ЕТ-а друмског УТТ-а помогне у избору иницијатива и концепата УЛ-е применом „шта-ако“ анализе (енгл. *What-if Analysis*). Према томе, модел може да се користи у фази планирања и доношења одлуке о увођењу неке иницијативе или концепта УЛ-е, то јест, у *ex-ante* фази евалуације решења УЛ-е. Због великог броја потенцијалних решења, који се у неким случајевима могу разликовати само у одређеним детаљима, неопходно је извршити селекцију иницијатива, а након тога и дефинисање и избор потенцијалних сценарија примене решења УЛ-е. У циљу значајног смањења броја потенцијалних решења, најпре су УКЦ-и, као најзначајнија иницијатива УЛ-е, изабрани за централну иницијативу и дефинисани су потенцијални УКЦ концепти (тачка 3.5). Према томе, фокус моделирања је на омогућавању процене утицаја УКЦ решења.

У складу са анализом система, уобличен је поступак процене утицаја УКЦ решења на ЕТ-е друмског УТТ-а (слика 5.2). Први корак подразумева обликовање модела, односно дефинисање улазних величина, компоненти, корака и излазних величина модела. Након тога, неопходно је извршити дефинисање фиксних и варијабилних параметара релевантних за модел. Дефинисани параметри треба да омогуће прорачун ЕТ-а УТТ-а, на основу потражње градског подручја за теретним транспортом као улазне величине, карактеристика градског подручја, карактеристика УТТ-а и обликованих УКЦ решења. Након дефинисања параметара треба идентификовати методе на којима се заснивају појединачни задаци модела. Уколико за одређени корак постоји више потенцијалних метода, кориснику модела се оставља могућност избора методе, у складу са доступношћу

података и жељеном прецизношћу резултата. Кораци практичне примене модела такође су приказани на слици 5.2, а резултати тога приказани су у наредном поглављу.



Слика 5.2. Поступак развоја и примене модела за прорачун ЕТ-а друског УТТ-а и процену утицаја УКЦ решења

5.2. Развој модела

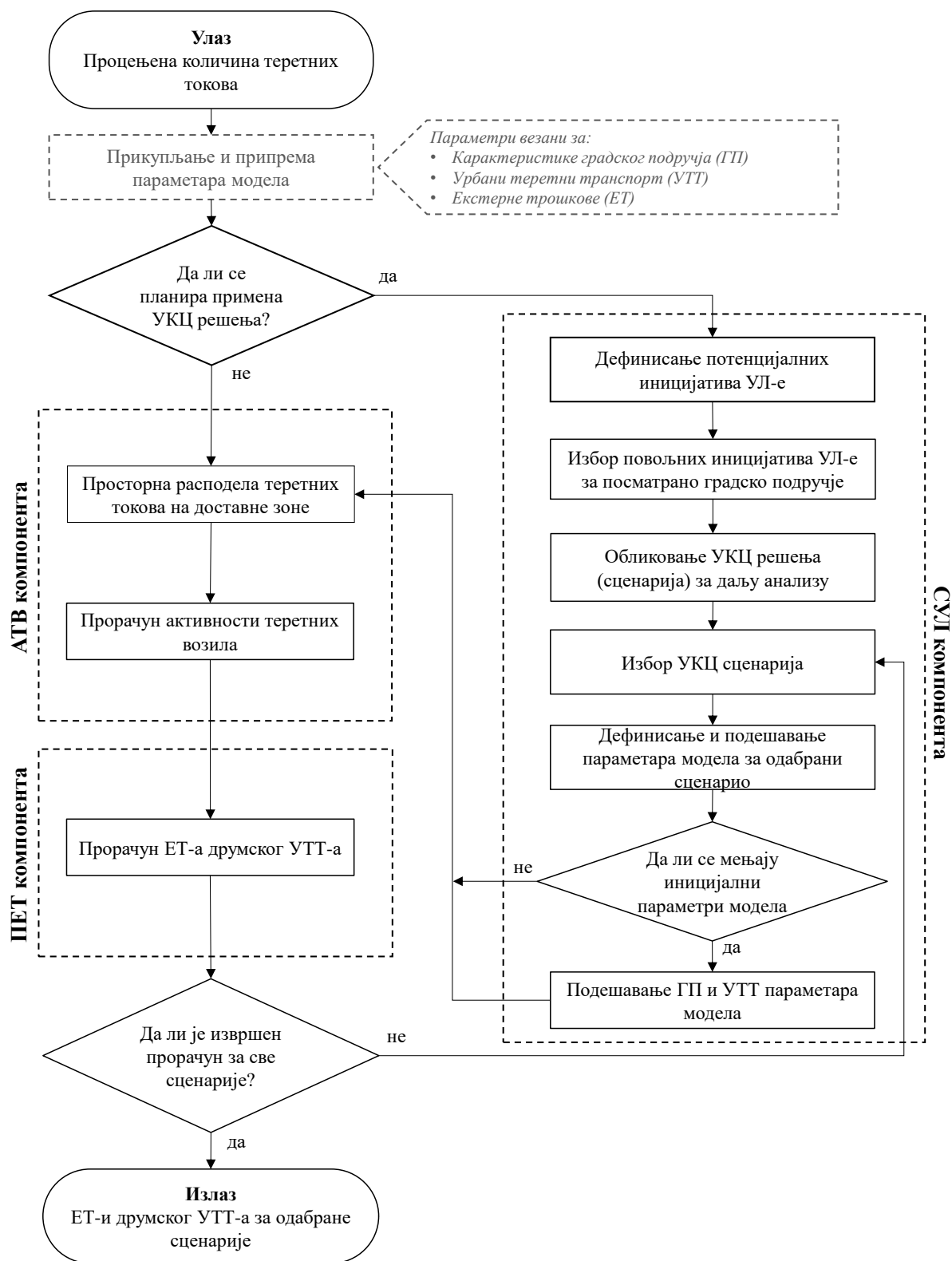
Модели за евалуацију различитих сценарија треба да обухвате променљиве величине које могу бити значајне за њихову успешну имплементацију. УКЦ решења мењају структуру и карактеристике теретних токова у градским подручјима, што даље утиче на негативне екстерналије УТТ-а. На пример, увођење УКЦ-а подразумева трансформацију токова возила и терета, пре и после УКЦ-а. Према томе, један од задатака модела за прорачун ЕТ-а друског УТТ-а јесте да препозна такве промене токова. Поред механизма трансформације теретних токова, модел мора да обухвата основне параметре транспортних активности који утичу на висину негативних екстерналија (врста возила, врста погонског горива, период дана и тако даље), али и да обухвати специфичности УТТ-а које могу да утичу на ЕТ-е.

Због различитих карактеристика појединих елемената модела, у даљем тексту модел је подељен на три компоненте и то:

- компонента обликовања сценарија урбане логистике (СУЛ);
- компонента активности теретних возила (АТВ);
- компонента прорачуна екстерних трошкова (ПЕТ).

За обликовање сценарија примене различитих УКЦ решења задужена је СУЛ компонента модела. Ова компонента је опциона и примењује се у случајевима када се планира увођење различитих УКЦ решења. Основни задатак АТВ компоненте јесте прорачун активности теретних возила пре (иницијални параметри за тренутно стање) и након трансформације теретних токова, услед увођења одређених промена у систему УТТ-а (резултати СУЛ компоненте). ПЕТ компонента, на основу количине активности теретних возила (резултати АТВ компоненте), методологије процене ЕТ-а транспорта и специфичности градског подручја и УТТ-а, врши прорачун износа ЕТ-а друмског УТТ-а (резултати ПЕТ компоненте и излазне величине модела). На слици 5.3 приказан је алгоритам који описује структуру новог модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, који може да се примени за процену утицаја УКЦ решења.

На слици 5.3 може се видети да је процењена количина терета улазна величина модела. Количина теретних токова директно је зависна од потражње за робом, у одређеном временском периоду. Према томе, за процену обима теретних токова могу се применити модели потражње градског подручја за робом. Припрема улазне величине може се извршити на различите начине, што је описано у тачки 5.2.1. Након тога, припремају се фиксни и варијабилни параметри модела, који су везани за карактеристике градског подручја, УТТ-а и ЕТ-е транспорта, а који су дефинисани у тачки 5.2.2. Уколико се прорачун ЕТ-а врши за тренутно стање, онда се директно прелази на АТВ компоненту модела. У супротном, иде се на опциону СУЛ компоненту (тачка 5.2.3). Након извршења задатка СУЛ компоненте, а то је обликовање сценарија примене различитих УКЦ решења, модел се опет враћа на АТВ компоненту, уз подешавање параметара на које утичу обликована решења. У АТВ компоненти најпре се врши просторна расподела теретних токова на доставне зоне, након чега се процењује активност теретних возила у градском подручју (описано у тачки 5.2.4). То омогућава прорачун ЕТ-а транспортних активности, што је задатак ПЕТ компоненте модела (описане у тачки 5.2.5). У складу са изабраном методологијом процене, специфичностима градског подручја и перформансама УТТ-а, врши се прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а. Излазну величину модела представља скуп резултата ПЕТ компоненте, за све жељене сценарије примене иницијатива и концепата УЛ-е, са УКЦ-ом у централној улози.



Слика 5.3. Алгоритам модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а

5.2.1. Процена количине терета

У циљу процене ЕТ-а друмског УТТ-а потребно је одредити количину транспортних активности у градском подручју. Потражња за теретним транспортом проистиче из потражње за робом и мења се у зависности од понашања потрошача (Visser, Hassall, 2006). Због тога се улазна величина у модел, односи се на количину терета која се допрема у одређено градско подручје, у неком временском периоду.

У литератури постоје различити модели који су развијени у циљу процене количине терета. Потражња за теретним токовима може се разликовати према економским, социо-демографским и просторним карактеристикама града. Бројна су истраживања у којима су идентификоване променљиве од којих зависи потражња (намена земљишта, економске активности, запосленост, врста робе, врста посла, површина објеката, сегмент индустрије). Међутим, због једноставности, најчешће се користе модели који су у функцији једне независне променљиве (на пример, број запослених, површина објеката и тако даље) (Holguín-Veras et al., 2011).

Просечна количина терета која се допрема у одређено градско подручје, може се одредити применом модела генерисања/атракције теретних токова (Russo, Comi, 2002). Укупна количина терета Q може се одредити сумирањем свих количина терета $Q[s]$ врсте s који се допрема у посматрано подручје, а у (Russo, Comi, 2002) предложен је модел који $Q[s]$ одређује на основу линеарне зависности од броја становника N_{res} и непознатог параметра β_s који се утврђује на основу реалних података за терет врсте s у посматраном подручју:

$$Q = \sum_s Q[s] = \sum_s \beta_s \cdot N_{res} . \quad (5-1)$$

Модели генерисања/атракције теретних токова, поред броја становника одређене зоне, могу се базирати и на броју и основним карактеристикама привредних објеката у посматраној зони (Ha, Combes, 2016). У *CLASS* систему за подршку при доношењу одлука у УЛ-и (Comi, Rosati, 2013), укупна количина терета $Q_{i,j}[s]$ врсте s која се допрема из изворне зоне i у циљну зону j одређује се на основу једначине 5-2, односно на основу количине терета $Q_j[s]$ врсте s која се односи на потражњу зоне j и вероватноће $p[i/j]$ да се укупна количина терета врсте s за зону j допреми из зоне i . Применом овог модела директно се добија просторна расподела теретних токова на доставне зоне (први корак АТВ компоненте). Укупна количина терета за посматрано градско подручје

представља суму свих количина по врсти терета за све и-ц релације ($\sum_{i,j,s} Q_{i,j}[s]$) једнакости:

$$Q_{i,j}[s] = Q_j[s] \cdot p[i/js] . \quad (5-2)$$

Применом ових или сличних модела из литературе (описаних у тачки 4.2.1) добија се улазна величина за модел или се директно добијају вредности којима се испуњавају ћелије и-ц матрица теретних токова. Након прикупљања улазних података, може се приступити дефинисању параметара модела, а затим и прорачуну активности теретних возила и ЕТ-а друмског УТТ-а.

Овакви улазни подаци могу да се прикупе и истраживањима на терену, као што је бројање саобраћаја и анкетирање учесника у саобраћају, анкетирање продајних објеката или снимање пословних операција. У напреднијим случајевима, улазни подаци могу да се прикупе снимањем саобраћаја, сакупљањем података са *GPS* уређаја у возилима интересних група (на пример, трговаца, превозника), анализом базе података о пословању, али и применом најсавременијих метода и алата попут великих и комплексних сетова података (енгл. *big data*), машинског учења (енгл. *machine learning*) и слично.

5.2.2. Дефинисање иницијалних параметара модела

Параметри модела представљају дефинисане показатеље који описују одређене карактеристике система који се моделира. За модел који се развија у овој докторској дисертацији значајне су четири групе параметара: параметри везани за град (становништво, просторне карактеристике), параметри везани за УТТ, параметри везани за ЕТ-е транспорта и параметри везани за иницијативе и концепте УЛ-е. Прве три групе представљају иницијалне параметре модела, односно параметре који се обавезно подешавају на самом почетку примене модела. Ови параметри дефинисани су у овој тачки докторске дисертације. Четврта група параметара (параметри везани за иницијативе и концепте УЛ-е), представљају параметре који се дефинишу ако се уводи неко решење УЛ-е. Ови параметри представљају параметре СУЛ компоненте модела и због тога су објашњени и дефинисани у тачки 5.2.3 где се описује ова компонента.

У табели 5.1 наведени су иницијални параметри модела и приказана је врста сваког параметра, односно групе параметара, која подразумева поделу на: фиксне (параметри који се у току примене модела не мењају) и варијабилне (параметри које корисник

модела може да мења у циљу примене „шта-ако“ анализе и параметри који се мењају као последица примене различитих УКЦ решења, односно промене параметара УЛ).

Табела 5.1. Врсте иницијалних параметара модела

Групе параметара	Параметри	Врсте параметара
Карактеристике градског подручја	Број улазних путних праваца у градско подручје	Фиксни
	Број доставних зона	Варијабилни
	Растојања између доставних зона	Варијабилни
	Број становника по доставној зони	Фиксни
	Површине доставних зона	Фиксни
Урбани теретни транспорт	Количина терета по периоду дана, врсти возила и врсти погонског горива возила које врши транспорт од изворне до циљне зоне	Варијабилни
	Број возњи по периоду дана, врсти возила и врсти погонског горива од изворне до циљне зоне	Варијабилни
	Просечно искоришћење носивости возила у циљним токовима	Варијабилни
Екстерни трошкови	Јединични ЕТ-и по оствареном возило километру за све трошковне категорије	Фиксни
	БДП прилагођен куповној моћи становништва у држави којој припада посматрано градско подручје	Фиксни
	Просечан БДП прилагођен куповној моћи становништва за подручје на које се односе преузети јединични ЕТ-и	Фиксни

Први корак у процесу моделирања активности теретних возила јесте одређивање граница градског подручја и броја улазних путних праваца у градско подручје. Улазне тачке налазе се у пресеку граничне линије градског подручја и улазних путних праваца. Ове тачке представљају изворне тачке циљних урбаних теретних токова.

Следећи корак је зонирање, односно подела градског подручја на доставне зоне. На тај начин дефинише се број и површине доставних зона, као и број становника по доставној зони. Не постоје прецизна правила како се зонирање врши на оптималан начин. У пракси се зонирање често врши на основу искуства узимајући у обзир хомогеност, административне границе, компактност и бројна друга ограничења (Martínez et al., 2007). Најчешће технике које се користе за формирање зона су хијерархијске хеуристичке процедуре (енгл. *hierarchical heuristic procedure*) или кластер технике (енгл. *cluster techniques*) (Martínez et al., 2009).

Дефинисањем улазних тачака $i = \{1, \dots, m\}$ у градско подручје (извор) и формирањем доставних зона $j = \{1, \dots, n\}$ (циљ), коначно се дефинишу димензије и-ц матрица количине терета и броја возила, као и димензије матрица растојања. Према томе, димензије матрица дефинише укупан број улазних тачака у градско подручје (које су повезане са свим спољним зонама из којих се одређена количина терета допрема у градско подручје преко конкретне улазне тачке) и укупан број доставних зона на које је подељено градско подручје. У постојећем систему УТТ-а и-ц матрице имају димензије $(m + n) \times (m + n)$ (слика 5.4). Иако транзитни теретни токови могу имати значајан утицај на градско подручје и значајне негативне ефекте, они нису значајни за истраживање које се спроводи у овој докторској дисертацији. Разлог за то је што се ефекти УКЦ иницијативе и повезаних концепата првенствено односе на циљне токове. УКЦ, поред основне намене консолидације циљних теретних токова, може подразумевати и консолидацију изворних и унутарградских токова. Због тога је процес моделирања фокусиран је на циљне теретне токове. Ово се може превазићи модификацијама модела, када би се за то указала потреба. Са оваквим ограничењем и-ц матрице добијају димензије $m \times n$ (део и-ц матрица теретних токова на слици 5.4 обележен жутом бојом).

	1	2	3	...	n-1	n	n+1	n+2	n+3	...	n+m-1	n+m
1												
2												
3												
...												
n-1												
n												
n+1												
n+2												
n+3												
...												
n+m-1												
n+m												

Слика 5.4. Веза између структуре и-ц матрица и врсте урбаних теретних токова

Матрицама теретних токова, односно матрицама броја теретних возила и количине терета, морају се приписати одређене карактеристике, пре свега због потреба ПЕТ компоненте, о којој ће касније бити више речи. То значи да свака матрица треба да се

разликује по врсти возила у зависности од дозвољене масе возила. На пример, матрице броја теретних возила могу бити раздвојене на токове лаких, средњих и тешких теретних возила, или још детаљније према укупној дозвољеној маси возила (на пример, до 3,5 t; 3,5-7,5 t; 7,5-12 t; 12-14 t; 14-20 t; 20-26 t; 26-28 t; 28-32 t и преко 32 t) и тако даље. Такође, треба да се направе разлике између матрица у зависности од врсте погонског горива (бензин, дизел, електро погон и тако даље) и периода дана (на пример, вршни и ванвршни период или детаљније на једночасовне периоде 00:00-01:00 часова, 01:00-02:00 часова, ..., 23:00-00:00 и тако даље). Скуп врста возила ће, у математичком запису модела, бити означен симболом V , а укупан број различитих врста возила симболом u , скуп врста погонског горива симболом F , а укупан број различитих врста погонског горива симболом q и скуп периода у току дана симболом P , а укупан број различитих периода у току дана симболом r .

Матрице растојања, за потребе модела, формирају се мерењем растојања од тачака (гео-координата) уласка у градско подручје до гео-координата центроида доставних зона. Прорачун растојања између свих гео-координата може се извршити мерењем Еуклидовог растојања или применом одговарајућег *GIS* (енгл. *Geographic Information System*) софтвера са опцијом рутирања (Karner et al., 2017).

На основу претходно описаног начина формирања матрица теретних токова, може се дефинисати облик матрица количине терета Q^{VFP} и матрица броја возила T^{VFP} на релацијама од улазних тачака у градско подручје $i \in \{1, \dots, m\}$ до доставних зона $j \in \{1, \dots, n\}$, по врстама теретних возила $V \in \{1, \dots, u\}$, врстама погонског горива $F \in \{1, \dots, q\}$ и периодима дана $P \in \{1, \dots, r\}$, чији је математички запис:

$$Q^{VFP} = \begin{bmatrix} q_{1,1}^{VFP} & \cdots & q_{1,n}^{VFP} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m,1}^{VFP} & \cdots & q_{m,n}^{VFP} \end{bmatrix}; \quad (5-3)$$

$$T^{VFP} = \begin{bmatrix} t_{1,1}^{VFP} & \cdots & t_{1,n}^{VFP} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{m,1}^{VFP} & \cdots & t_{m,n}^{VFP} \end{bmatrix}. \quad (5-4)$$

На сличан начин као и матрице приказане у једначинама 5-3 и 5-4, могу се математички описати и матрице растојања D од улазних тачака у градско подручје $i \in \{1, \dots, m\}$ до доставних зона $j \in \{1, \dots, n\}$:

$$D = \begin{bmatrix} d_{1,1} & \cdots & d_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m,1} & \cdots & d_{m,n} \end{bmatrix}. \quad (5-5)$$

Зависност између количине терета и броја возила може се једноставно изразити преко капацитета товарног простора G^V и просечног искоришћења носивости возила \bar{g}_1^V .

$$\text{Нека је за свако } V \in \{v_1, \dots, v_u\} \Rightarrow \begin{cases} Q^V = \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^q Q^{Vfp} \\ T^V = \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^q T^{Vfp}, \\ G^V = \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^q G^{Vfp} \end{cases} \quad (5-6)$$

тада је просечно искоришћење носивости \bar{g}^V возила врсте V у УТТ-у једнако количнику укупне количине терета који се транспортује возилима врсте V од улазне тачке у градско подручје i до доставне зоне j (што је сума појединачних количина терета $q_{i,j}^V$ на релацији од улазне тачке i до доставне зоне j) и укупног капацитета товарног простора тих возила (који се одређује на основу капацитета појединачних возила G^V врсте V и броја возила $t_{i,j}^V$ врсте V на релацији од улазне тачке i до доставне зоне j):

$$\bar{g}^V = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m q_{i,j}^V}{G^V \cdot \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m t_{i,j}^V}. \quad (5-7)$$

Параметри ЕТ-а, које иницијално треба дефинисати, односе се на јединичне вредности ЕТ-а транспорта. Ове јединичне вредности процењују се спровођењем студија процене негативних екстерних ефеката и трошкова (детаљније описано у тачки 2.3.2). Уколико претходно нису спроведене такве студије, односно уколико јединични ЕТ-и нису доступни за посматрано градско подручје, неопходно је изабрати студију која се односи на неко друго (референтно) подручје и преузети вредности јединичних ЕТ-а. Овакве, емпиријски добијене јединичне вредности ЕТ-а транспорта, треба прилагодити вредностима за конкретно подручје и конкретан период (годину) за коју се врши процена. То се може извршити на основу механизма трансфера јединичних вредности ЕТ-а. Постоји више приступа за то: једноставан трансфер, трансфер са прилагођавањем прихода, трансфер функције користи и мета-анализа (Navrud, 2009). У приручнику за прорачун ЕТ-а транспорта (van Essen et al., 2019) препоручује се примена процедуре трансфера са прилагођавањем прихода због једноставности, транспарентности и поузданости резултата. Према томе, уколико не постоје јединични ЕТ-и за посматрано градско подручје, потребно је иницијално дефинисати параметре који се односе на БДП прилагођен куповној моћи становништва у држави којој припада посматрано градско

подручје и БДП прилагођен куповној моћи становништва за подручје на које се односе преузете јединичне вредности ЕТ-а.

Често се у научним радовима који се баве одређивањем ЕТ-а теретног транспорта користе јединичне вредности изражене у €/tkm, јер су везане за количину терета који се транспортује. Са друге стране, када се врши прорачун за подручје за које не постоје студије процене јединичних вредности негативних екстерналија, прецизније је применити јединичне ЕТ-е изражене у €/vkm (преузете из неке референтне студије). Након тога, на основу података о теретним токовима могу се добити вредности зависне од количине терета, уколико за то постоји потреба. Због тога се, у циљу омогућавања опште примене, модел за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а који је овде описан, заснива на јединичним ЕТ-има израженим у €/vkm.

5.2.3. Компонента СУЛ

5.2.3.1. Избор повољних решења урбане логистике и обликовање њихове примене

Основни задатак СУЛ компоненте јесте дефинисање потенцијално применљивих и избор повољних иницијатива и концепата, те обликовање и избор сценарија увођења различитих решења УЛ-е. На крају, ако за то постоји потреба, у оквиру СУЛ компоненте врши се модификација иницијалних параметара модела. СУЛ компонента је опциона. Уколико се прорачун ЕТ-а врши за тренутно стање, односно за иницијално подешене параметре модела, ова компонента се не активира, већ се директно прелази на АТВ компоненту модела.

Велики број различитих иницијатива УЛ-е, које на неки начин утичу на перформансе УТТ-а, развијен је до данашњег дана. У првом делу докторске дисертације, на основу прегледа литературе, идентификоване су и описане најзначајније иницијативе УЛ-е за смањење ЕТ-а УТТ-а (тачка 3.4.2). Међутим, начин примене ових иницијатива може бити врло разноврстан, што доводи до огромног броја потенцијалних решења и сценарија њихове примене. Због тога је важно идентификовати решења УЛ-е која су ефикаснија, у смислу смањења негативних екстерних ефеката теретног транспорта у посматраном градском подручју и њих укључити у даљу анализу. С тим у вези, најпре је, у тачки 3.4.2.1, УКЦ иницијатива идентификована као једна од најзначајнијих и најпопуларнијих иницијатива у теорији и пракси. Комбиновањем УКЦ иницијативе са другим (додатним) иницијативама УЛ-е формирају се УКЦ концепти. Додатне иницијативе УЛ-е за формирање УКЦ концепата подељене су у следеће групе (тачка 3.5): алтернативна

средства УТТ-а, временски оквири, рестриктивне и регулаторне мере, субвенције и други механизми финансирања иницијатива УЛ-е и остале иницијативе УЛ-е.

Утицај примене одређеног УКЦ решења на ЕТ-е друмског УТТ-а зависи од карактеристика конкретног градског подручја и специфичности система урбане дистрибуције робе. Због тога је један од задатака СУЛ компоненте да изврши рангирање и избор додатних иницијатива за формирање УКЦ концепта, према релативном значају за смањење негативних ефеката УТТ-а, у посматраном градском подручју. За ту сврху развијени су различити приступи, који се углавном заснивају на математичким техникама вишекритеријумског одлучивања и фази логице: *AHP*, *Fuzzy-AHP*, *Fuzzy ANP*, *Fuzzy-MCA*, *Fuzzy VIKOR*, *Fuzzy TOPSIS*, *Fuzzy DEMATEL* (Awasthi, Chauhan, 2012; Jamshidi et al., 2019; Parezanović et al., 2014; Tadić et al., 2014b). Избор методе рангирања зависи од доступности података, жељене прецизности резултата и прихватљиве комплексности приступа рангирања. Корисник модела, на основу резултата рангирања, доноси коначну одлуку о избору конкретних иницијатива за формирање УКЦ концепта.

Крајњи резултат рангирања и избора додатних иницијатива УЛ-е су УКЦ концепти, чија је примена значајна за посматрано градско подручје, по питању утицаја на негативне ефекте транспорта и, уже, на ЕТ-е друмског УТТ-а. У зависности од изабраних УКЦ концепата потребно је обликовати начин увођења, односно сценарије УКЦ концепата. На ове сценарије утичу бројни фактори, а најзначајнији од њих су: број УКЦ-а, локација УКЦ-а, количина терета коју УКЦ привлачи, врста и структура возног парка УКЦ-а, као и фактори везани за додатне иницијативе УЛ-е (на пример, временски оквир од-до, границе зоне забране кретања за возила одређене бруто масе, сакупљање повратних теретних токова и слично). У зависности од тога која се додатна иницијатива УЛ-е примењује за формирање УКЦ концепта, неопходно је идентификовати параметре модела који су повезани са изабраном иницијативом. На тај начин, омогућава се кориснику модела да променом идентификованих параметара анализира утицај различитих УКЦ решења на ЕТ-е УТТ-а и у складу са резултатима донесе одговарајућу одлуку.

5.2.3.2. Дефинисање параметара урбане логистике и подешавање иницијалних параметара модела

У складу са променама теретних токова у градском подручју, које су проузроковане увођењем УКЦ решења, неопходно је дефинисати нове параметре који се односе на примену УКЦ-а и других иницијатива УЛ-е (табела 5.2), али и подесити иницијалне (варијабилне) параметре модела, на које такве промене утичу. У складу са поделом

иницијалних параметара на фиксне и варијабилне (приказане у табели 5.1) и овде је идентификована врста параметара УЛ-е.

Табела 5.2. Врсте параметара УЛ-е

Параметри	Врсте параметара
Број УКЦ-а	Варијабилни
Локација УКЦ-а	Варијабилни
Количина терета коју УКЦ привлачи	Варијабилни
Структура и карактеристике возног парка УКЦ-а	Варијабилни
Параметри везани за додатне иницијативе УЛ-е	Варијабилни
Просечно растојање између два узастопна примаоца у доставној зони	Варијабилни
Просечно искоришћење товарног капацитета возила у Ф2 УТТ-а	Варијабилни

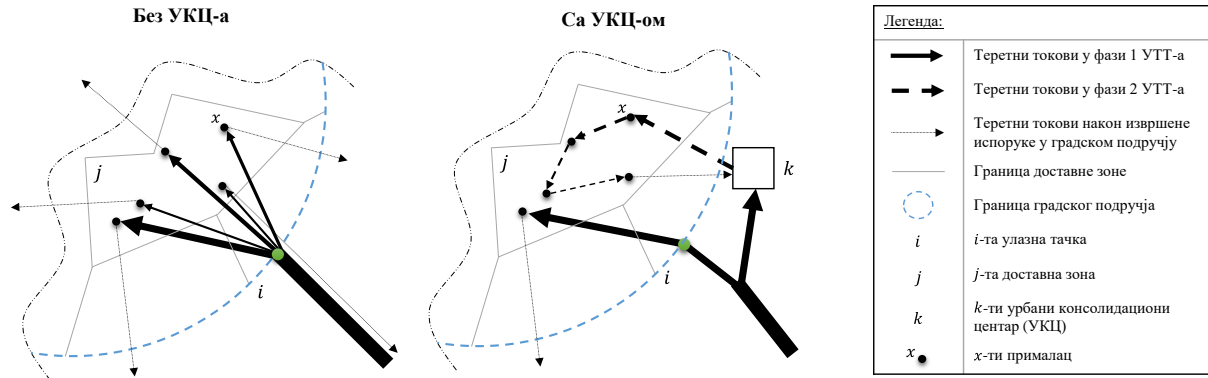
Сви параметри УЛ-е повезани су са обликовањем УКЦ решења. У основне параметре УКЦ решења спадају: број УКЦ-а, потенцијалне локације УКЦ-а, количина терета коју УКЦ привлачи, структура возног парка УКЦ-а и слично. У зависности од тога која се додатна иницијатива за формирање УКЦ концепта примењује, неопходно је идентификовати варијабилне параметре модела, који су зависни од жељене додатне иницијативе. На тај начин омогућава се кориснику модела да променом идентификованих параметара анализира ефекте различитих УКЦ решења на ЕТ-е друмског УТТ-а. При томе, треба имати у виду да параметри морају бити у функцији неког од претходно дефинисаних варијабилних параметара модела, односно да дефинишу одређене карактеристике градског подручја или УТТ-а.

УКЦ-и који опслужују градско подручје нису обични складишни објекти појединачних ланаца снабдевања. Ови објекти су локације у којима се сучељава велики број ланаца снабдевања и представљају места њиховог хоризонталног повезивања. Према томе, они представљају веома значајне објекте како за субјекте у ланцима снабдевања, тако и за УТТ. Увођењем УКЦ-а додају се тачке које трансформишу постојеће урбане теретне токове, по питању њихових карактеристика. То значи да УКЦ концепт модификује и-ц матрице, на тај начин што мења њихове димензије, јер УКЦ-и постају нове (додатне) циљне и изворне тачке. За потребе математичког записа УКЦ-и ће бити означени симболом k , а укупан број УКЦ-а симболом l .

УКЦ привлачи одређени део циљних теретних токова, трансформише их и формира нове локалне теретне токове (слика 5.5). Тако се добијају токови који се са аспекта УЛ-е

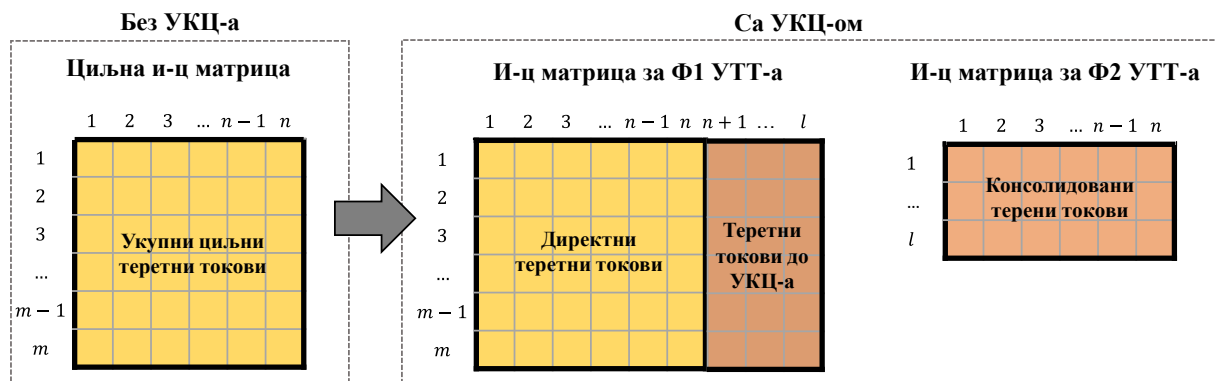
разликују у организационом смислу и који су, у складу са раније поменутом поделом доставе више-ка-више (тачка 5.1) и за потребе модела, подељени у две фазе:

- Ф1. теретни токови од уласка у градско подручје до УКЦ-а и директни токови до доставних зона и крајњих прималаца (Ф1 УТТ-а);
 Ф2. токови од УКЦ-а до доставних зона и крајњих прималаца (Ф2 УТТ-а).



Слика 5.5. Теретни токови у градском подручју без (лево) и са (десно) увођењем УКЦ-а

Увођењем УКЦ-а иницијалне и-ц матрице се модификују, чиме се добијају посебне матрице за Ф1 и Ф2 УТТ-а. Тако, у Ф1 и-ц матрице добијају димензије $m \times (n + l)$, а у Ф2 УТТ-а димензије $l \times n$ (слика 5.6).



Слика 5.6. Начин трансформације и-ц матрица због увођења УКЦ-а

Количина терета коју УКЦ привлачи један је од најважнијих фактора опстанка овог решења након престанка субвенционисања (van Heeswijk et al., 2019), о чему је било речи и у претходним поглављима (посебно у трећем поглављу). Зато је важно да модел има способност поделе теретних токова на директне и токове који су се преоријентисали на транспорт преко УКЦ-а. Коефицијент привлачења теретних токова у УКЦ k , са улазног путног правца i , означаће се симболом $\varphi_{i,k}$. Према томе, количину терета који се доставља преко УКЦ-а дефинише коефицијент $\varphi_{i,k}$. Овај коефицијент неопходно је изразити у функцији врсте возила V , врсте погонског горива F , периода дана P ,

просечног искоришћења носивости возила врсте V у Ф1 УТТ-а (\bar{g}_1^V) и свих и-ц парова растојања D (једначина 5-8). На овај начин, омогућава спровођење шта-ако анализе од стране корисника модела, чиме се отклања ограничење у смислу егзактног дефинисања начина одређивања овог коефицијента.

Коефицијент привлачења теретних токова $\varphi_{i,k}$ са улазног путног правца i у УКЦ k ($i \in \{1, \dots, m\}$ и $k \in \{1, \dots, l\}$) је функција која зависи од врсте возила V , врсте погонског горива F , периода дана P , просечног искоришћења носивости \bar{g}_1^V ³⁴ возила врсте V у Ф1 УТТ-а и растојања D :

$$\varphi_{i,k}(V, F, P, \bar{g}_1^V, D) . \quad (5-8)$$

У наставку текста, подразумева се да коефицијент привлачења теретних токова у УКЦ зависи од параметара који су приказани у једначини 5-8, а због једноставнијег читања овај коефицијент је у даљем тексту означен симболом $\varphi_{i,k}$.

За свако $i \in \{1, \dots, m\}$ и $k \in \{1, \dots, l\}$, вредности коефицијента $\varphi_{i,k}$ крећу се у границама од 0 до 1:

$$0 \leq \varphi_{i,k} \leq 1, \text{ ако је } i \in \{1, \dots, m\} \text{ и } k \in \{1, \dots, l\}. \quad (5-9)$$

Када је $\varphi_{i,k} = 0$, онда се сав терет транспортује директно до прималаца у граду, без коришћења услуга УКЦ-а, а када је $\varphi_{i,k} = 1$ онда се транспорт целокупног терета врши преко УКЦ-а.

Количина терета која се са одређеног путног правца преусмерава на УКЦ-е може бити максимално онолика колико терета са тог путног правца улази у град. Због тога се у моделу мора поставити ограничење да сума коефицијената привлачења теретних токова у УКЦ, са једног улазног правца, не сме бити већа од 1 (једначина 5-10). То даље практично значи да укупан обим теретних токова, који привлаче сви УКЦ-и са i -тог путног правца, не сме бити већи од обима постојећих токова на i -том путном правцу, то јест за свако $i \in \{1, \dots, m\}$ важи:

$$\sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \leq 1 . \quad (5-10)$$

³⁴ Одређује се применом једначине 5-7.

Након дефинисања вредности коефицијента привлачења теретних токова (једначина 5-8), могу се одредити количине терета који се преусмерава на УКИЦ-е и количине терета који се и даље транспортује директно, односно количине терета у $\Phi 1$ УТТ-а. Према томе, количина терета $q'_{i,j'}^{VFP}$ који се транспортује од уласка у градско подручје i до доставне зоне j' ($i \in \{1, \dots, m\}$ и $j' \in \{1, \dots, n + l\}$) у $\Phi 1$ УТТ-а возилима врсте V , на погонско гориво F и у периоду дана P , дата је са:

$$q'_{i,j'}^{VFP} = \begin{cases} q_{i,j'}^{VFP} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k}\right) & \text{ако је } j' \in \{1, \dots, n\}, \\ \varphi_{i,k} \cdot \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} & \text{ако је } j' = n + k \text{ и } k \in \{1, \dots, l\}. \end{cases} \quad (5-11)$$

Према томе, СУЛ компонента мора да обухвата механизме трансформисања и-ц матрица токова возила у и-ц матрице токова терета³⁵ и обрнуто.

Прерасподелом теретних токова, због увођења УКИЦ-а, добијају се нове и-ц матрице Q_1^{VFP} количине терета у $\Phi 1$ УТТ-а, које се разликују у зависности од врсте возила V , погонског горива F и периода дана P :

$$Q_1^{VFP} = \begin{bmatrix} q'_{1,1}^{VFP} & \dots & q'_{1,n}^{VFP} & q'_{1,n+1}^{VFP} & \dots & q'_{1,n+l}^{VFP} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q'_{m,1}^{VFP} & \dots & q'_{m,n}^{VFP} & q'_{m,n+1}^{VFP} & \dots & q'_{m,n+l}^{VFP} \end{bmatrix}. \quad (5-12)$$

Применом једнакости 5-7 на матрице Q_1^V , даље се могу добити елементи и-ц матрица, као и саме и-ц матрице, броја теретних возила у $\Phi 1$ УТТ-а. Број теретних возила $t'_{i,j'}^{VFP}$ од улазне тачке i до доставних зона и УКИЦ-а j' ($i \in \{1, \dots, m\}$ и $j' \in \{1, \dots, n + l\}$), дат је са:

$$t'_{i,j'}^{VFP} = \frac{q'_{i,j'}^{VFP}}{G^V \cdot \bar{g}_1^V}. \quad (5-13)$$

Матрице T_1^{VFP} броја вожњи теретних возила у $\Phi 1$ УТТ-а сада су облика:

$$T_1^{VFP} = \begin{bmatrix} t'_{1,1}^{VFP} & \dots & t'_{1,n}^{VFP} & t'_{1,n+1}^{VFP} & \dots & t'_{1,n+l}^{VFP} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t'_{m,1}^{VFP} & \dots & t'_{m,n}^{VFP} & t'_{m,n+1}^{VFP} & \dots & t'_{m,n+l}^{VFP} \end{bmatrix}. \quad (5-14)$$

³⁵ Слично као модели објашњени у (Comi et al., 2014).

Количина терета која је стигла у УКЦ консолидује се и даље се отпрема локалним доставним возилима (ЛДВ). Од УКЦ-а k до доставне зоне j транспортује се сав терет који је са релације $i \rightarrow j$ преусмерен на $i \rightarrow k \rightarrow j$ користећи $\varphi_{i,k}$. Количина терета $q_{kj}''^{VFP}$ који се транспортује од УКЦ-а k до доставних зона j ($k \in \{1, \dots, l\}$ и $j \in \{1, \dots, n\}$) одређује се на основу једначине:

$$q_{kj}''^{VFP} = \sum_{i=1}^m (\varphi_{i,k} \cdot q_{i,j}^{VFP}). \quad (5-15)$$

На основу једнакости 5-15 формирају се и-ц матрице Q_2^{VFP} количине терета у Ф2 УТТ-а:

$$Q_2^{VFP} = \begin{bmatrix} q_{1,1}''^{VFP} & \dots & q_{1,n}''^{VFP} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{l,1}''^{VFP} & \dots & q_{l,n}''^{VFP} \end{bmatrix}. \quad (5-16)$$

Број вожњи t_{kj}'' ЛДВ-а из УКЦ-а k до доставне зоне j ($k \in \{1, \dots, l\}$ и $j \in \{1, \dots, n\}$), пропорционалан је количини терета q_{kj}'' за доставну зону j који се допрема преко УКЦ-а k , а обрнуто пропорционалан товарном капацитету G^V ЛДВ-а врсте V и просечном искоришћењу носивости $\overline{g_2^V}$ ЛДВ-а врсте V у Ф2 УТТ-а и математички се може изразити са:

$$t_{kj}'' = \frac{q_{kj}''}{G^V \cdot \overline{g_2^V}}. \quad (5-17)$$

Дефинисањем начина одређивања броја вожњи од УКЦ-а k до доставне зоне j , који је приказан у једначини 5-17, формирају се и-ц матрице броја вожњи T_2^{VFP} у Ф2 УТТ-а за ЛДВ врсте V , са погоном на гориво F и у периоду дана P од УКЦ-а k до доставне зоне j , на следећи начин:

$$T_2^{VFP} = \begin{bmatrix} t_{1,1}''^{VFP} & \dots & t_{1,n}''^{VFP} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{l,1}''^{VFP} & \dots & t_{l,n}''^{VFP} \end{bmatrix}. \quad (5-18)$$

Претходно описан начин промене структуре и-ц матрица количине терета и броја возила, доводи до потребе за трансформацијом матрица растојања, у складу са новим матрицама теретних токова. Према томе, нове матрице растојања D_1 у Ф1 од улазне тачке i до доставних зона и УКЦ-а j' ($i \in \{1, \dots, m\}$ и $j' \in \{1, \dots, n + l\}$) и D_2 у Ф2 УТТ-а од УКЦ-а k до доставне зоне j ($k \in \{1, \dots, l\}$ и $j \in \{1, \dots, n\}$) добијају следеће облике:

$$D_1 = \begin{bmatrix} d'_{1,1} & \cdots & d'_{1,n} & d'_{1,n+1} & \cdots & d'_{1,n+l} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d'_{m,1} & \cdots & d'_{m,n} & d'_{m,n+1} & \cdots & d'_{m,n+l} \end{bmatrix}; \quad (5-19)$$

$$D_2 = \begin{bmatrix} d''_{1,1} & \cdots & d''_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d''_{l,1} & \cdots & d''_{l,n} \end{bmatrix}. \quad (5-20)$$

Како је већ раније објашњено (тачка 3.6 и тачка 4.3), локација УКЦ-а може имати значајну улогу у ефектима УТТ-а и ефикасности УКЦ решења. Вредности елемената матрица растојања $d_{i,j'}$ и $d_{k,j}$ директно су зависне од изабране локације. Како основни циљ новог модела није избор оптималне локације УКЦ-а, нити оптимизација ефеката УКЦ решења, важно је изабрати методу која се може применити са што мање уложених ресурса. Такође, треба имати у виду да потенцијалне локације логистичких објеката (као што је УКЦ), на локалном нивоу, директно зависе од намене земљишта према урбанистичким плановима и од режима саобраћаја на приступним саобраћајницама.

Просечно растојање d_x^j између два узастопна примаоца у доставној зони j , ако је $j \in \{1, \dots, n\}$, у функцији је од просечног броја прималаца, то јест, просечног броја заустављања \bar{x}_j у доставној зони j и површине A_j доставне зоне j , што је записано на следећи начин:

$$d_x^j = f(\bar{x}_j, A_j). \quad (5-21)$$

Овај параметар може се одредити и на други начин. Аутори рада (Nuzzolo, Comi, 2013) предлажу агрегирани модел доставних тура (енгл. *Delivery Tour Model*), којим се, на основу теорије случајне корисности (енгл. *Random Utility Theory*), идентификује број заустављања, врста возила и секвенца заустављања возила. Који од ова два начина одређивања растојања између два узастопна примаоца ће бити примењен зависи од доступности података за изабрану студију случаја.

5.2.3.3. Математичке особине СУЛ компоненте

Аналитичке везе у моделу заснивају се на особинама система, које су математички описане и које је могуће доказати. У наставку је доказано да су уведени коефицијенти привлачења теретних токова математички добро дефинисани, у смислу да следеће особине остају очуване:

1. ако сума коефицијената преусмеравања терета са i -тог путног правца у УКЦ-е није већа од 1, онда је количина терета који се транспортује од улазне тачке i до доставне зоне j ненегативна, за свако $i \in \{1, \dots, m\}$ и за свако $j' \in \{1, \dots, n + l\}$.
2. количина терета који се са i -тог путног правца преусмерава на УКЦ-е, није већа од укупне количине терета који се са тог путног правца допрема у градско подручје.
3. укупна количина терета у циљним теретним токовима остаје непромењена након увођења нових и-ц тачака³⁶, односно УКЦ-а.
4. под претпоставком да се од УКЦ-а k до доставне зоне j транспортује сав терет који је са релације $i \rightarrow j$ преусмерен на $i \rightarrow k \rightarrow j$ користећи $\varphi_{i,k}$, следи да је сума количина терета који се допрема у УКЦ једнака сумама количине терета који се отпрема из УКЦ-а.
5. укупна количина терета који се, у посматраном временском интервалу, транспортује до доставне зоне j , једнака је пре и после увођења УКЦ-а.

Особина 1:

Нека је $i \in \{1, \dots, m\}$ и $0 \leq \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \leq 1$.

Тада за свако $j' \in \{1, \dots, n + l\}$ важи:

$$q'_{i,j'}{}^{VFP} \geq 0$$

Доказ

Приметимо прво да важи еквиваленција,

$$\sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \leq 1 \Leftrightarrow 1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \geq 0 .$$

Имамо два случаја, у складу са дефиницијом $q'_{i,j'}{}^{VFP}$:

- за $j' \in \{1, \dots, n\}$:

$$q'_{i,j'}{}^{VFP} = q_{i,j'}^{VFP} \cdot \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) \geq 0$$

- за $j' = n + k ; k \in \{1, \dots, l\}$:

³⁶ Нове и-ц тачке представљају претоварне локације, које не генеришу нове теретне токове, већ само врше трансформацију постојећих.

$$q'_{i,j'}{}^{VFP} = \varphi_{i,k} \cdot \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \geq 0 .$$

Особина 2:

Нека је $i \in \{1, \dots, m\}$ и $\sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \leq 1$.

Тада важи:

$$\sum_{j'=n+1}^{n+l} q'_{i,j'}{}^{VFP} \leq \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} .$$

Доказ

Користећи једначину 5-11 можемо закључити:

$$\begin{aligned} \sum_{j'=n+1}^{n+l} q'_{i,j'}{}^{VFP} &= \sum_{j'=n+1}^{n+l} \left(\varphi_{i,j'-n} \cdot \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \right) \\ &= \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \cdot \sum_{j'=n+1}^{n+l} \varphi_{i,j'-n} \\ &= \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \cdot \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \leq \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} . \end{aligned}$$

Особина 3:

Једнакост која се доказује је:

$$\sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} = \sum_{j'=1}^{n+l} q'_{i,j'}{}^{VFP} , \text{ за свако } i \in \{1, \dots, m\} .$$

Доказ

$$\begin{aligned} \sum_{j'=1}^{n+l} q'_{i,j'}{}^{VFP} &= \sum_{j'=1}^n q'_{i,j'}{}^{VFP} + \sum_{j'=n+1}^{n+l} q'_{i,j'}{}^{VFP} \\ &= \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) + \sum_{j'=n+1}^{n+l} \left(\varphi_{i,j'-n} \cdot \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} + \sum_{j'=n+1}^{n+l} \varphi_{i,j'-n} \right) \cdot \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \\
&= \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} + \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) \cdot \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \\
&= \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} .
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{смeна: } k &= j' - n \Rightarrow j' = k + n \\
j' &= n + 1 \Rightarrow k = 1 \\
j' &= n + l \Rightarrow k = l
\end{aligned}$$

Особина 4:

Једнакост која се доказује је:

$$\sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m q'_{i,n+k}{}^{VFP} = \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n q''_{k,j}{}^{VFP} .$$

Доказ

Користећи једначину 5-15, можемо извести следећи низ еквивалентних једнакости:

$$\begin{aligned}
\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n q''_{k,j}{}^{VFP} &= \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m (\varphi_{i,k} \cdot q_{i,j}^{VFP}) \right) \\
\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n q''_{k,j}{}^{VFP} &= \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^n (\varphi_{i,k} \cdot q_{i,j}^{VFP}) \right) \\
\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n q''_{k,j}{}^{VFP} &= \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m \left(\varphi_{i,k} \sum_{j=1}^n q_{i,j}^{VFP} \right) \\
\sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n q''_{k,j}{}^{VFP} &= \sum_{k=1}^l \sum_{i=1}^m q'_{i,n+k}{}^{VFP} .
\end{aligned}$$

Особина 5:

За свако $j \in \{1, \dots, n\}$ и $k \in \{1, \dots, l\}$ важи:

$$\sum_{i=1}^m q_{i,j}^{VFP} = \sum_{i=1}^m q'_{i,j}{}^{VFP} + \sum_{k=1}^l q''_{k,j}{}^{VFP} .$$

Доказ

Полазећи од десне стране једнакости, користећи једначине 5-11 и 5-15 добијамо:

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^m q'_{i,j}{}^{VFP} + \sum_{k=1}^l q''_{k,j}{}^{VFP} &= \sum_{i=1}^m \left(q_{i,j}^{VFP} \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) \right) + \sum_{k=1}^l \left(\sum_{i=1}^m \varphi_{i,k} \cdot q_{i,j}^{VFP} \right) \\
 &= \sum_{i=1}^m \left(q_{i,j}^{VFP} \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) \right) + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^l (\varphi_{i,k} \cdot q_{i,j}^{VFP}) \\
 &= \sum_{i=1}^m \left(q_{i,j}^{VFP} \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) + q_{i,j}^{VFP} \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) \\
 &= \sum_{i=1}^m \left(q_{i,j}^{VFP} \left(1 - \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} + \sum_{k=1}^l \varphi_{i,k} \right) \right) \\
 &= \sum_{i=1}^m q_{i,j}^{VFP} .
 \end{aligned}$$

5.2.4. Компонента АТВ

Количина теретних токова представља улазну величину у модел. Неке од постојећих метода за процену ове величине, описане су у тачки 5.2.1. Међутим, да би се извршио прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, неопходно је да се процени количина активности теретних возила у градском подручју.

У случају да се прорачун ЕТ-а врши за тренутно стање УТТ-а (нулти сценарио без увођења УКЦ решења), потребно је одредити количину активности теретних возила у градском подручју, без разматрања било каквих промена система УТТ-а. Према томе, први корак АТВ компоненте јесте да се одреди количина активности теретних возила (број пређених vkm) у градском подручју за тренутно стање. У ту сврху, претпоставља се да возила од уласка у градско подручје $i \in \{1, \dots, m\}$ врше директни транспорт, опслужују једног примаоца у доставној зони $j \in \{1, \dots, n\}$ и након тога се враћају, односно напуштају градско подручје, истим путем. Према томе, прорачун активности теретних возила A^{VFP} врсте V , на погонско гориво F и у периоду дана P , за тренутно стање УТТ-а, врши се множењем броја возила $t_{i,j}^{VFP}$ и растојања $d_{i,j}$, сумирањем свих добијених вредности и множењем са 2 због кретања у оба смера (долазног и повратног крака), на следећи начин:

$$A^{VFP} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{i,j}^{VFP} \cdot d_{i,j} . \quad (5-22)$$

У случају увођења УКЦ-а, укупна количина активности теретних возила у градском подручју састоји се из директних теретних токова и теретних токова који се допремају преко УКЦ-а. Транспорт терета преко УКЦ-а карактерише долазна и повратна возња од уласка у градско подручје i до УКЦ-а k , долазни и повратни крак од УКЦ-а k до доставне зоне j , као и возња у доставној зони j од једног до другог примаоца (слика 5.5). У складу са поделом УТТ-а на две фазе, транспорт од улазних тачака у градско подручје до УКЦ-а сврстава се у Ф1 УТТ-а и ту активност, заједно са активношћу возила у директним токовима, описују матрице возњи T_1^{VFP} (једначина 5-14), односно елементи матрица возњи $t_{i,j'}^{VFP}$ (једначина 5-13). У складу са тиме, активност теретних возила A_1^{VFP} у Ф1 УТТ-а за возила врсте V , на погонско гориво F и у периоду дана P , одређује се множењем броја возила $t_{i,j'}^{VFP}$ и растојања $d'_{i,j'}$, сумирањем свих добијених вредности и множењем са 2 због кретања у оба смера (долазног и повратног директних кретања и кретања до УКЦ-а), на следећи начин:

$$A_1^{VFP} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j'=1}^{n+l} t_{i,j'}^{VFP} \cdot d'_{i,j'} . \quad (5-23)$$

Возила која обављају транспорт из УКЦ-а, након извршених испорука, враћају се у УКЦ. Доставну возњу из УКЦ-а карактерише приступни и повратни крак од УКЦ-а k до доставне зоне j и кретања возила у доставној зони j од једног до другог примаоца. Ова кретања спадају у Ф2 УТТ-а и њих описују матрице возњи T_2^{VFP} (једначина 5-18). У сврху одређивања активности претпоставља се да је приступни крак, од УКЦ-а k до доставне зоне j , једнак повратном краку, од доставне зоне j до УКЦ-а k . Према томе, активност теретних возила за приступање доставним зонама и враћање у УКЦ добија се множењем елемената матрица возњи $t_{k,j}^{VFP}$ и растојања $d''_{k,j}$, сумирањем свих добијених вредности и множењем са 2 због кретања у оба смера (приступни и повратни крак доставне возње), што је записано првим сабирком у једначини 5-24. Количина активности ЛДВ, при опслуживању свих прималаца унутар доставних зона j , добија се множењем елемената матрица возњи $t_{k,j}^{VFP}$ са просечним бројем прималаца умањеним за 1 (због тога што се до првог примаоца долази приступним краком) и просечним растојањем d_x^j , што је записано другим сабирком у једначини 5-24. Према томе, активност теретних возила A_2^{VFP} у Ф2 УТТ-а за возила врсте V , на погонско гориво F и у периоду дана P , одређује се на основу:

$$A_2^{VFP} = 2 \cdot \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n t_{k,j}''^{VFP} \cdot d_{k,j}'' + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n t_{k,j}''^{VFP} \cdot (\bar{x}_j - 1) \cdot d_x^j. \quad (5-24)$$

Укупна активност теретних возила у УТТ-у, по врсти, типу возила и периоду дана, представља излаз АТВ компоненте модела. Тачније, излазни подаци АТВ компоненте су возило-километри (vkm) које остварују теретна возила у градском подручју, по фазама УТТ-а ($f \in \{1,2\}^{37}$). Количина активности теретних возила A^{VFP} у градском подручју, по врсти возила V , на погонско гориво F и у периоду дана P , а независно од фазе УТТ-а, може се одредити сумирањем активности по фазама f УТТ-а, на следећи начин:

$$A^{VFP} = \sum_{f=1}^2 A_f^{VFP} \quad (5-25)$$

Математички запис једначине 5-25, у развијеном облику изгледа овако:

$$A^{VFP} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m \sum_{j'=1}^{n+l} t_{i,j'}'^{VFP} \cdot d_{i,j'} + 2 \cdot \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n t_{k,j}''^{VFP} \cdot d_{k,j} + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n t_{k,j}''^{VFP} \cdot (\bar{x}_j - 1) \cdot d_x^j \quad (5-26)$$

5.2.5. Компонента ПЕТ

Како је раније објашњено (тачка 2.3.3), ЕТ-и друмског УТТ-а директно зависе од активности друмских транспортних средстава, односно од пређеног пута теретних возила (€/vkm) или оствареног транспортног рада (€/tkm). Према томе, излазне величине АТВ компоненте представљају уједно и улазне величине за ПЕТ компоненту. У ПЕТ компоненти, на основу специфичности градског подручја и доставних операција, врши се прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а. Такав прорачун може да се изврши за постојеће стање УТТ-а, али и за потенцијално увођење неке иницијативе или концепта УЛ-е.

Прорачун екстерних трошкова транспорта ET_c по трошковним категоријама c може се извршити множењем количине активности теретних возила A (изражене у vkm) са јединичним (просечним или маргиналним) ЕТ-има et_c категорије c (израженим у €/vkm), описан је на следећи начин:

³⁷ У тексту означавање као Ф1 и Ф2 УТТ-а.

$$ET_c = A \cdot et_c . \quad (5-27)$$

На бази опште једнакости приказане у једначини 5-27 развија се ПЕТ компонента модела. Када се говори о транспорту терета у градском подручју, могу се идентификовати два основна типа активности, које стварају негативне ефекте: кретање возила и опслуживање прималаца. У складу са ова два типа активности идентификоване су специфичности УТТ-а, које су значајне за прорачун ЕТ-а. У наредним тачкама описане су такве специфичности УТТ-а које се односе на појединачне категорије ЕТ-а и дат је предлог начина њихове интеграције у модел.

Прорачун у оквиру ПЕТ компоненте, пре свега, обухвата основне категорије ЕТ-а: 1. бука, 2. саобраћајна загушења, 3. саобраћајне незгоде, 4. загађење ваздуха и 5. промена климе. Поред тога, ЕТ-и производње и експлоатације горива, као и нарушавања животне средине, спадају у групу осталих ЕТ-а, око чије процене још увек нема научног консензуса. Међутим, због специфичности различитих решења УЛ-е, посебно примене доставних возила на електрични или ТПГ погон, важно је да ПЕТ компонента обухвати прорачун ЕТ-а производње и експлоатације горива, иако методологија њихове процене још увек није прецизно дефинисана.

5.2.5.1. Прорачун екстерних трошкова буке

Основни фактори који утичу на износ јединичних ЕТ-а су:

- врста возила (V);
- период дана (P);
- оптерећеност саобраћајног тока (велика, мала);
- врста саобраћајнице (градска, ванградска, аутопут).

Врста возила V и период дана P , представљају факторе који су дефинисани у АТВ компоненти модела. Даље, оптерећеност саобраћајног тока не зависи само од теретних, већ и од путничких токова. У складу са тиме треба нагласити да АТВ компонента нема могућност симулирања саобраћаја у граду, па самим тим и нема могућност поделе теретних токова, у зависности од оптерећења саобраћајних токова. Због овог ограничења, неопходно је направити везу између периода дана P и оптерећења саобраћајног тока (на пример, у вршним периодима оптерећење је високо, а у ванвршним ниско). На крају, врста саобраћајнице, због намене модела, ограничена је само на градске саобраћајнице.

На количину буке, поред наведених фактора, може да утиче и понашање возача у вожњи, могућност да се искључи сигнал за кретање уназад, облик и димензије простора за пријем испоруке, као и ограничења везана за време утовара (Browne et al., 2012). Међутим, обухватање ових фактора створило би потребу за развојем много комплекснијег модела, у коме би јединица моделирања било понашање сваког појединачног возила. Из тог разлога, ПЕТ компонента неће обухватити ове факторе.

Износ екстерних трошкова буке ET_{BUKA} , коју ствара УТТ, могу се израчунати сабирањем ЕТ-а буке услед кретања теретних возила (први сабирак у једначини 5-28) и ЕТ-а буке услед опслуживања прималаца (други сабирак у једначини 5-28). Трошкови услед кретања теретних возила у градском подручју рачунају се на основу количине активности A^{VP} возила врсте V и у периоду дана P (величина која се процењује у АТВ компоненти, изражена у vkm) и јединичних ЕТ-а буке по пређеном путу $et_{d,BUKA}^{VP}$ за возила врсте V и у периоду дана P (изражени у $€/vkm$). Прорачун ЕТ-а буке услед опслуживања прималаца врши се на основу просечног броја прималаца, односно броја заустављања теретних возила и јединичних ЕТ-а буке по једном заустављању $et_{s,BUKA}^{VP}$ за возила врсте V и у периоду дана P (изражени у $€/заустављању$). Код прорачуна ЕТ-а буке услед опслуживања прималаца, укупан број вожњи возила врсте V и у периоду дана P обухвата директне теретне токове у $\Phi 1$ УТТ-а ($t'_{i,j'}^{VP}$) и консолидоване теретне токове у $\Phi 2$ УТТ-а ($t''_{k,j}^{VP}$). Према томе, ЕТ-и буке могу се израчунати на следећи начин:

$$ET_{BUKA} = \sum_{V=1}^u \sum_{P=1}^r \left(A^{VP} \cdot et_{d,BUKA}^{VP} + \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j'=1}^n t'_{i,j'}^{VP} + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n t''_{k,j}^{VP} \cdot \bar{x}_j \right) \cdot et_{s,BUKA}^{VP} \right) \quad (5-28)$$

5.2.5.2. Прорачун екстерних трошкова саобраћајних загушења

Основни фактори који утичу на износ јединичних ЕТ-а саобраћајних загушења су:

- врста возила (V);
- стање у саобраћају (преко капацитета, загушено, близу капацитета, далеко испод капацитета);
- врста саобраћајнице (градске – главне и остале, ванградске – аутопут и остали путеви).

Врста возила V представља фактор који је дефинисан у АТВ компоненти. Овде је, као и при прорачуну ЕТ-а буке, неопходно је направити везу између периода дана P и стања у саобраћају (на пример, стање у саобраћају близу и преко капацитета саобраћајница може се приписати вршним периодима, стање близу капацитета ванвршним периодима и стање далеко испод капацитета ноћним периодима). На крају, теретна возила, за приступање доставним зонама, углавном користе главне градске саобраћајнице, па је модел ограничен на ову врсту саобраћајница.

Када се говори о УТТ-у, идентификовано је да заустављање возила на коловозу, ради обављања утоварно-истоварних радњи, може значајно да утиче на количину ЕТ-а саобраћајних загушења. Такође, у литератури се наводи да се ЕТ-и саобраћајних загушења могу смањити обезбеђивањем посебних површина за заустављање теретних возила и опслуживање корисника транспортних услуга (Wilson et al., 2019). Према томе, важно је да прорачун ЕТ-а саобраћајних загушења обухвати и овакве специфичности УТТ-а. Овакав начин поремећаја саобраћајног тока и стварања ЕТ-а, интегрисан је у модел тако што се претежно (не)постојање посебних површина за заустављање доставних возила третира као особина доставне зоне. Таква особина зоне се математички може изразити бинарном променљивом. Према томе, уколико су у доставној зони j претежно обезбеђене посебне површине за заустављање доставних возила ради опслуживања примаоца, онда је вредност бинарне променљиве $\alpha_j = 0$. Међутим, уколико у доставној зони j претежно нема посебних површина за заустављање доставних возила, што је чест случај у централним градским зонама, онда је $\alpha_j = 1$. Овај параметар практично исказује утицај заустављања возила на коловозу, ради истовара терета, на ЕТ-е саобраћајних загушења.

Износ екстерних трошкова саобраћајних загушења ET_{ZAG} , које ствара УТТ, може се израчунати сабирањем ЕТ-а саобраћајних загушења услед кретања теретних возила у градском подручју (први сабирак у једначини 5-29) и ЕТ-а саобраћајних загушења услед опслуживања прималаца (други сабирак у једначини 5-29). ЕТ-и саобраћајних загушења, услед кретања теретних возила у градском подручју, рачунају се на основу количине активности A^{VP} возила врсте V и у периоду дана P (величина која се процењује у АТВ компоненти, изражена у vkm) и јединичних ЕТ-а саобраћајних загушења по пређеном путу $et_{d,zag}^{VP}$ за возила врсте V и у периоду дана P . Прорачун ЕТ-а саобраћајних загушења, услед опслуживања прималаца, врши се на основу броја заустављања возила у доставним зонама, јединичних ЕТ-а саобраћајних загушења по једном заустављању ради опслуживања примаоца $et_{x,zag}^{VP}$ (изражених у €/заустављању) и бинарног параметра α_j који описује постојање посебних површина за заустављање доставних возила ван

коловоза у доставној зони j . Према томе, ЕТ-и саобраћајних загушења у УТТ-у могу се израчунати на следећи начин:

$$ET_{ZAG} = \sum_{V=1}^u \sum_{P=1}^r \left(A^{VP} \cdot et_{d,zag}^{VP} + \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j'=1}^n t'_{i,j'}^{VP} + \sum_{k=1}^l \sum_{j=1}^n t''_{k,j}^{VP} \cdot \bar{x}_j \right) \cdot \alpha_j \cdot et_{x,zag}^{VP} \right). \quad (5-29)$$

Када је стање саобраћаја далеко испод капацитета саобраћајница, маргинални ЕТ-и саобраћајних загушења једнаки су нули, јер се сматра да се тада возила крећу у слободном току. Међутим, постоје ситуације у градским подручјима, када се и у овим ситуацијама јављају загушења (на пример, услед настанка инцидента или радова на неким деоницама). Ипак, ови ванредни догађаји неће бити обухваћени моделом.

5.2.5.3. Прорачун екстерних трошкова саобраћајних незгода

Основни фактори који утичу на износ јединичних ЕТ-а саобраћајних незгода су:

- врста возила (V);
- врста саобраћајнице (аутопут, градске саобраћајнице и остале саобраћајнице).

У стручној литератури, веома често наводи да је човек најзначајнији фактор у настанку саобраћајних незгода (Rumar, 1982). Карактеристике возача и њихово психофизичко стање значајно утичу на ризик од учешћа у саобраћајној незгоди. Возачи који врше транспорт терета на великим растојањима обично су, у последњој фази доставе, односно у градским подручјима, исцрпљени од дугог пута. Умор возача услед дуге вожње повећава ризик од учешћа у саобраћајној незгоди (Galkin et al., 2019). У градским подручјима, где је интеракција са другим возилима израженија и где је број конфликтних тачака знатно већи, смањена концентрација возача, због умора, посебно долази до изражаја. Насупрот томе, возачи који користе градску саобраћајну мрежу сваког дана и често се крећу истим рутама, упознати су са критичним (црним) тачкама, што смањује њихов ризик од учешћа у саобраћајној незгоди. Због тога је значајно направити разлику између ризик од учешћа у саобраћајној незгоди за локална доставна возила, у односу на возила која врше транспорт на дугим релацијама. За модел то значи да су јединични ЕТ-и у Ф1 УТТ-а већи од јединичних ЕТ-а у Ф2 УТТ-а (доставе од УКЦ-а) због већег ризика од учешћа у саобраћајним незгодама. Према томе, износ екстерних трошкова саобраћајних незгода ET_{SN} може се одредити на основу активности теретних возила A_f^V

врсте V у фази f УТТ-а (изражене у vkm) и јединичних ЕТ-а саобраћајних незгода $et_{f,SN}^V$ за возила врсте V у f фази УТТ-а (изражени у $\text{€}/\text{vkm}$), на следећи начин:

$$ET_{SN} = \sum_{f=1}^2 \sum_{V=1}^u A_f^V \cdot et_{f,SN}^V . \quad (5-30)$$

5.2.5.4. Прорачун екстерних трошкова загађења ваздуха и промене климе

Прорачун ЕТ-а емисије штетних гасова (загађење ваздуха и промене климе), спроводи се веома слично, па је у овој тачки описан поступак за обе категорије ЕТ-а.

Основни фактори који утичу на износ јединичних ЕТ-а загађења ваздуха и промене климе су:

- врста возила (V);
- врста погонског горива (F);
- емисиона (ЕУРО) класа;
- врста подручја (метропола, градско и ванградско подручје);
- врста саобраћајнице (аутопут, ванградске, градске и остале саобраћајнице).

Количина активности теретних возила врсте V и са погоном на гориво F представља излазни резултат АТВ компоненте. Поред ова два фактора, на емисију штетних гасова у друмском транспорту значајно утичу емисиони стандарди за возила. Стандарди о ограничењу емисије штетних гасова из године у годину су пооштровани, па се могу повезати и са старошћу возила, односно возног парка. Према томе, на основу просечне старости возног парка утврђује се просечна емисиона класа возног парка.

Поред наведених основних фактора, емисија гасова у УТТ-у зависи и од других фактора. На пример, са повећањем количине терета на возилу повећава се оптерећење погонског агрегата. Самим тим повећава се потрошња горива и емисија штетних гасова по возилу. Међутим, са повећањем степена искоришћења товарног капацитета возила смањује се укупан број возила која су потребна за транспорт терета. На тај начин смањује се и емисија штетних гасова у односу на укупан остварени транспортни рад (tkm) у градском подручју. Ниско искоришћење товарног капацитета возила у УТТ-у, може да се побољша увођењем УКЦ-а. На тај начин се у УТТ-у, а пре свега у Ф2 УТТ-а, може значајно побољшати просечно искоришћење товарног капацитета возила. Поред тога, начин вожње може утицати на количину емисије, па тако агресивна вожња ствара далеко веће количине штетних гасова од неагресивне вожње. Обука возача о еколошки прихватљивом понашању у вожњи смањује негативан утицај на животну средину.

Возачи који се у саобраћају понашају еколошки савесно генерисаће ниже ЕТ-е загађења ваздуха и промене климе, услед мање потрошње горива. Даље, предвиђање ситуација у саобраћају један је од основних постулата еко-вожње, који има циљ да смањи број успоравања, односно заустављања (Savković et al., 2020; Veličković et al., 2015). Возачи који свакодневно користе градску саобраћајну мрежу (возачи ЛДВ-а), могу лакше предвидети, на пример, трајање зеленог светлосног сигнала на наредном семафору и на основу тога смањити број успоравања и негативне последице због велике фреквенције и интензитета успоравања и убрзавања возила.

Због свега претходно наведеног, може се закључити да је јединичне ЕТ-е важно разликовати по фази УТТ-а. Износ екстерних трошкова загађења ваздуха ET_{VAZ} може се одредити на основу активности теретних возила A_f^{VF} врсте V и са погоном на гориво F у фази f УТТ-а (изражене у vkm) и јединичних ЕТ-а загађења ваздуха $et_{f,VAZ}^{VF}$ за возило врсте V са погоном на гориво F у фази f УТТ-а (изражених у €/vkm), на следећи начин:

$$ET_{VAZ} = \sum_{f=1}^2 \sum_{F=1}^q \sum_{V=1}^u A_f^{VF} \cdot et_{f,VAZ}^{VF} . \quad (5-31)$$

ЕТ-е промене климе веома је тешко директно повезати са специфичностима УТТ-а, због тога што су ефекти утицаја на климу глобални и дугорочни. Основни фактори који утичу на ЕТ-е промене климе слични су као и фактори који утичу на ЕТ-е загађења ваздуха. Према томе, прорачун ЕТ-а промене климе извршен је на сличан начин као и прорачун ЕТ-а загађења ваздуха. Прорачун се разликује само у јединичним ЕТ-има, јер се овде узимају јединични ЕТ-и промене климе $et_{f,KLI}^{VF}$ за возила врсте V са погоном на гориво F (изражени у €/vkm). Износ екстерних трошкова промене климе ET_{KLI} одређује се на основу исте активности теретних возила као и ЕТ-и загађења ваздуха, једино се разликују јединични ЕТ-и, јер су овде узети $et_{f,KLI}^{VF}$, на следећи начин:

$$ET_{KLI} = \sum_{f=1}^2 \sum_{F=1}^q \sum_{V=1}^u A_f^{VF} \cdot et_{f,KLI}^{VF} . \quad (5-32)$$

5.2.5.5. Прорачун екстерних трошкова производње и експлоатације горива

Основни фактори који утичу на износ јединичних ЕТ-а производње и експлоатације горива су:

- врста возила (V);
- врста погонског горива (F);

- емисиона (ЕУРО) класа;
- врста саобраћајнице (аутопут, градске и остале саобраћајнице).

Као и у случају прорачуна ЕТ-а загађења ваздуха и промене климе и овде се може констатовати да количина активности теретних возила врсте V , са погоном на гориво F , представља резултат АТВ компоненте модела. Емисиони стандарди такође се могу повезати са просечном старошћу возног парка. Износ екстерних трошкова производње и експлоатације горива ET_{PEG} рачуна се на основу активности теретних возила A_f^{VF} за возило врсте V са погоном на гориво F у фази f УТТ-а (изражене у vkm) и јединичних ЕТ-а производње и експлоатације горива за возила врсте V са погоном на гориво F у f фази УТТ-а (изражених у $€/vkm$), на следећи начин:

$$ET_{PEG} = \sum_{f=1}^2 \sum_{F=1}^q \sum_{V=1}^u A_f^{VF} \cdot et_{f,PEG}^{VF} . \quad (5-33)$$

5.2.6. Излаз модела

Износ укупних екстерних трошкова ET_s за сценарио s ($s \in \{0,1, \dots, y\}$ примене решења УЛ-е, где је y укупан број сценарија)³⁸, рачуна се сабирањем свих појединачних екстерних трошкова ET_c категорије c ($c \in \{1\text{-бука, } 2\text{-саобраћајна загушења, } 3\text{-саобраћајне незгоде, } 4\text{-загађење ваздуха, } 5\text{- промена климе, } 6\text{-производња и експлоатација горива}\}$), на следећи начин:

$$ET_s = \sum_c ET_c . \quad (5-34)$$

Излазни резултати предложеног модела подразумевају износе ЕТ-а за све жељене сценарије. Према томе, такви излазни резултати модела представљају скуп $IZLAZ$ резултата ПЕТ компоненте ET_s за тренутно стање УТТ-а (нулти сценарио) и за све сценарије утицаја обликованих решења УЛ-е, што се може записати на следећи начин:

$$IZLAZ \in \{ET_1, ET_2, \dots, ET_y\} . \quad (5-35)$$

³⁸ Под сценаријом друмског УТТ-а подразумева се постојеће стање, као нулти сценарио, и сва решења, опције и варијанте увођења иницијатива и концепата, односно решења УЛ-е.

5.3. Резиме поглавља

У овом поглављу предложен је нови модел за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, који узима у обзир утицај различитих УКЦ решења. Модел треба да умањи идентификована ограничења ретких модела у литератури и пракси (који су идентификовани и систематизовани у тачки 4.4). С тим у вези, најпре је спроведена анализа система у циљу дефинисања основних карактеристика проблема и система који се моделира. Након тога, прешло се на развој аналитичког модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а. Први корак развоја модела подразумева конструисање алгоритма модела, који приказује све кораке модела, као и њихову повезаност. Модел је подељен на три компоненте: СУЛ (опциона), АТВ и ПЕТ. СУЛ компонента служи за избор и обликовање увођења иницијатива и концепата УЛ-е. Компонента АТВ служи за процену активности теретних возила у градском подручју и процену утицаја примене различитих иницијатива и концепата УЛ-е на активност теретних возила. Трећа компонента (ПЕТ), служи за прорачун ЕТ-а, за различите активности теретних возила, узимајући у обзир специфичности УТТ-а и уведена УКЦ решења која утичу на износ генерисаних ЕТ-а.

Предности предложеног модела, које се могу издвојити, су: општост примене, свеобухватност категорија ЕТ-а транспорта и интегрисани приступ прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а. Када се говори о општости примене модела, ту се мисли на могућу примену у било ком градском подручју, без ограничења у смислу величине града, топографије терена и других карактеристика града. Притом, треба извршити модификацију модела, у смислу калибрације основних параметара модела, који се односе на посматрано градско подручје. Свеобухватност негативних екстерналија транспорта подразумева то да овај модел обухвата све најважније категорије ЕТ-а. Интегрисани приступ прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а подразумева да модел садржи логистичку, транспортну и економску компоненту. На тај начин се омогућава директни прорачун ЕТ-а (економска, ПЕТ компонента), на основу процене активности теретних возила (транспортна, АТВ компонента), услед утицаја увођења различитих решења УЛ-е, у градском подручју (логистичка, СУЛ компонента).

Предложени модел примењен је на реалној студији случаја, у циљу валидације и добијања одговора на постављена истраживачка питања и проверу хипотезе. У наредном поглављу приказани су и анализирани резултати такве примене.

6. ПРИМЕНА МОДЕЛА НА СТУДИЈИ СЛУЧАЈА

Боље ћете упознати некога за један сат игре, него за целу годину разговора.

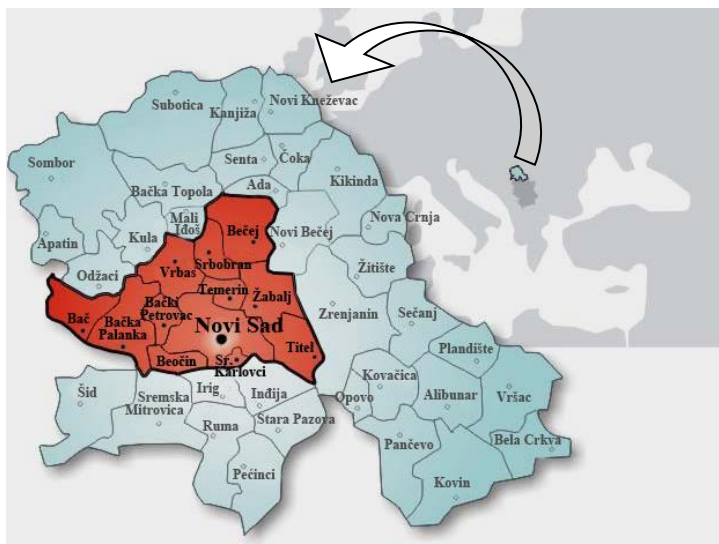
Платон (427 – 347. година п.н.е)

У овом поглављу биће извршена примена модела на реалним подацима и на примеру града Новог Сада. За тестирање модела изабрано је подручје Новог Сада. Такође, град Нови Сад може се посматрати као репрезентативни европски град због тога што, као и велики број других градова средње величине, има историјски наслеђено централно градско језгро, пешачке области затворене за саобраћај и слично. Иако је за презентацију резултата модела изабрана једна студија случаја, треба рећи да је предложени нови модел општег карактера и да може бити примењен за било које друго градско подручје, уз калибрацију основних параметара.

6.1. Опис студије случаја

Нови Сад је највећи град и седиште органа Аутономне Покрајине Војводине, северне покрајине Србије и административни центар Јужнобачког округа. Данас је Нови Сад велики индустријски и финансијски центар српске економије и универзитетски град. Према последњем званичном попису из 2011. године, град Нови Сад има 341.625 становника, од чега у градским насељима живи 277.522 становника (Републички завод за статистику [РЗС], 2012).

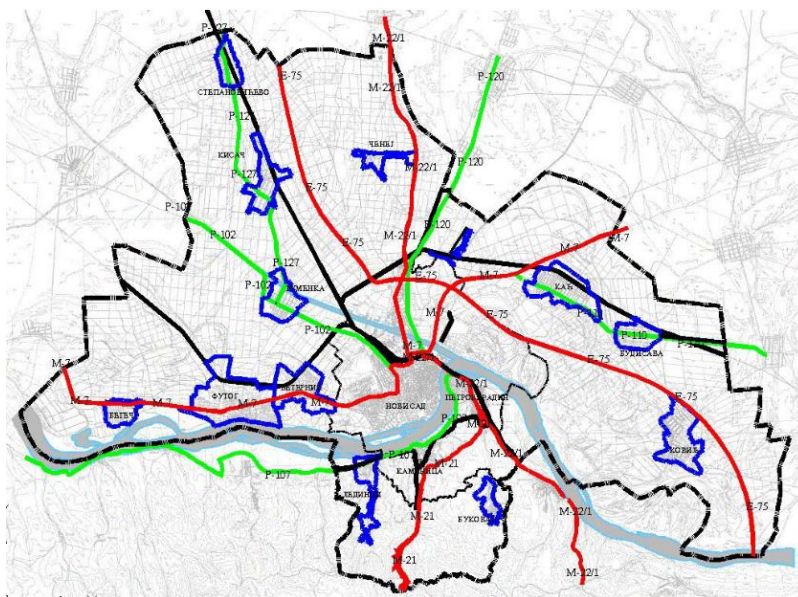
Подручје Града обухвата 15 приградских насеља и заузима површину од 702,7 km², док уже подручје Града Новог Сада са Петроварадином и Сремском Каменицом заузима површину од 129,4 km², а грађевински реон обухвата површину од 106,2 km² (Службени лист Града Новог Сада, 2019). На слици 6.1 приказан је положај Новог Сада у јужнобачком округу, Војводини и Европи.



Слика 6.1. Географски положај Новог Сада (извор: ЈП Урбанизам, 2004, стр. 22)

Основне карактеристике једног простора дефинише његова намена, а у зависности од намене издвајају се карактеристичне целине које се могу разликовати према положају, начину изградње, природним особеностима окружења, морфолошкој слици, саобраћајној инфраструктури и слично. У грађевинском рејону Новог Сада, простор је намењен за јавне површине, становање, пословање, пољопривредне, шумске и природи блиске намене. Што се тиче простора намењеног пословању, издвајају се поједине карактеристичне целине и правци: градски центри, улазни правци и радне зоне (Службени лист Града Новог Сада, 2006).

Саобраћајни токови који улазе, излазе или транзитирају кроз град, крећу се путним правцима који повезују град са околином и другим градовима. Нови Сад и његово гравитационо подручје представљају значајан извор и циљ теретних токова, при чему друмски транспорт заузима доминантну улогу у односу на друге видове транспорта (ЈП Урбанизам, 2004). Најзначајнији путни правци који повезују Нови Сад са околином (међународни Е-75, магистрални М-7 и М-21 и регионални Р-120, Р-127, Р-102, Р-110 и Р-107) приказани су на слици 6.2. Нови Сад је мостовима повезан преко Дунава са Петроварадином и Сремском Каменицом са 3 моста и још 3 моста преко канала Дунав-Тиса-Дунав. Поред друмског транспорта, Нови Сад представља и чвориште других видова транспорта (железнички, водни) (van der Meulen et al., 2016).



Слика 6.2. Мрежа путева који повезују Нови Сад са околином (извор: ЈП Урбанизам, 2004, стр. 25)

Градске власти у Новом Саду су у прошлости спроводиле одговарајуће регулаторне мере, како би у одређеној мери побољшале саобраћајно стање на улицама града и како би се побољшали услови живота у граду, односно како би се смањио негативан утицај на животну средину и друштво. Једна од мера које су у ту сврху спроведене, а која је још увек на снази, је увођење рестриктивне зоне у којој је забрањено кретање тешких теретних возила у складу са саобраћајном сигнализацијом (Службени лист Града Новог Сада, 2012). Зона забране кретања за тешка теретна возила приказана је на слици 6.3 (зона обојена црвеном бојом). Ову зону ограничавају улице Руменачка, Хајдук Вељкова и Цара Душана (са леве стране), Булевар Цара Лазара (са доње стране), Кеј Жртва Рације и Београдски Кеј (са десне стране) и Венизелосова улица, део Темеринске улице, Партизанска улица, Кисачки пут и један део улице Корнелија Станковића (са горње стране). Део града који је шрафиран црном бојом представља потенцијално проширење рестриктивне зоне у будућности.

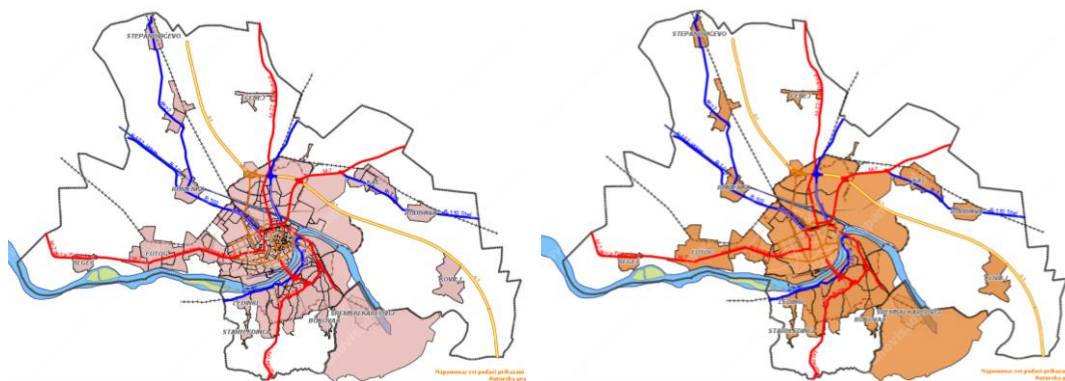


Слика 6.3. Постојећа и планирана рестриктивна зона за теретна возила у Новом Саду

Поред зоне забране кретања за тешка теретна возила, уведена је још једна рестриктивна мера која се тиче регулације кретања тешких теретних возила преко Моста слободе. Ова мера најпре је подразумевала забрану саобраћаја за теретна моторна возила, а касније је преиначена у режим забране саобраћаја за теретна моторна возила преко Моста слободе у Новом Саду у времену од 06:00 до 21:00 часова (Службени лист Града Новог Сада, 2008). Овакви временски оквири могу утицати на организацију теретног транспорта, избор возила за доставу и евентуално избор превозног пута.

У централном градском језгру Новог Сада формирана је пешачка зона и забрањен је саобраћај за све врсте возила, а возила која имају посебну дозволу за улазак у рестриктивну зону не смеју се кретати брзином већом од 20 km/h (Службени лист Града Новог Сада, 2009). Ову зону одликује велики број продавница и услужних објеката који се због ове рестрикције снабдевају робом на различите начине. Консолидација теретних токова за ове објекте и допремање еколошким и друштвено прихватљивим возилима, представља једно од потенцијалних решења за проблеме снабдевања ових објеката.

Град Нови Сад је кроз пројекат „Веб портал за инвеститоре са ГИС-ом“ развио ГИС портал. Између осталог, овај ГИС алат садржи слојеве поделе градског подручја на саобраћајне зоне и саобраћајне дистрикте. На подручју Генералног плана Новог Сада има укупно 300 саобраћајних зона, односно 61 саобраћајни дистрикт, док је територија изван овог подручја подељена на 99 саобраћајних зона, односно 33 дистрикта.



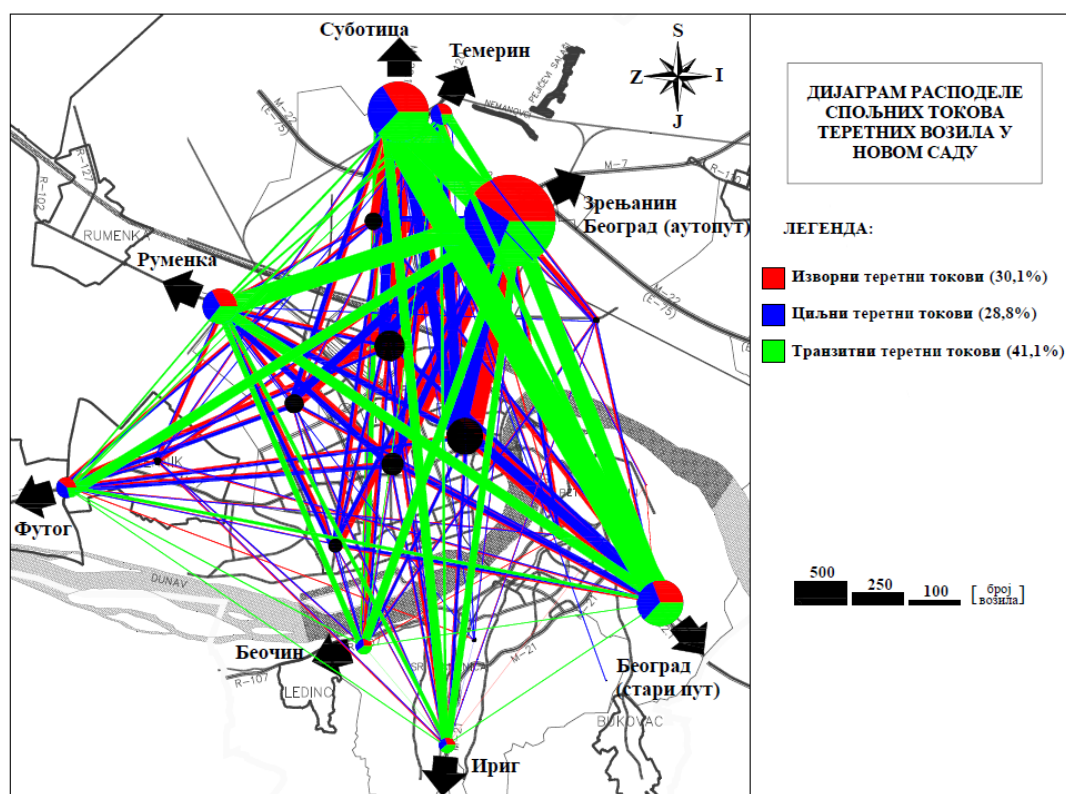
Слика 6.4. Приказ поделе градског подручја на саобраћајне зоне (лево) и саобраћајне дистрикте (десно) ³⁹

Саобраћајна студија града Новог Сада са динамиком уређења саобраћаја – НОСТРАМ спроведена је 2009. године (ЈП Урбанизам, 2009). Основни циљ израде ове студије јесте формирање поуздане информационе основе, на основу које се може дефинисати стање

³⁹ Извор: <http://www.mapanovisad.rs/mapserver2015/nsmaps/#>.

саобраћајног система Новог Сада. У оквиру ове студије, поред осталог, спроведено је бројање саобраћаја и анкетирање учесника у саобраћају. Анкетом возача на спољном кордону у Новом Саду испитано је укупно 9076 возача, од тога око 87% возача путничких аутомобила и око 13% возача теретних возила. Бројањем возила на спољном кордону забележено је укупно 53.693 возила, од чега 11% теретних и 89% путничких возила. На основу прикупљених података формирана је база података о теретним токовима. Скоро 60% теретних токова отпочиње или се завршава на територији града, што је последица гравитационог утицаја Новог Сада у региону (слика 6.5). Укупна количина терета која се у једном дану допрема у градско подручје Новог Сада износи 10.285 тона.

Истраживање објављено у раду (Veličković et al., 2014) односи се на процену емисије штетних гасова, од стране теретних возила у Новом Саду, као и процену утицаја примене регулативних мера, у смислу подмлађивања возног парка у УТТ-у. Резултати истраживања показали су позитиван утицај примене регулативних мера, али и јасну потребу за применом различитих решења УЛ-е, да би се циљеви ЕУ за одрживи УТТ могли применити у градовима у Републици Србији.



Слика 6.5. Однос изворних, циљних и транзитних теретних токова у Новом Саду у току једног дана (извор: Veličković et al., 2014, стр. 313)⁴⁰

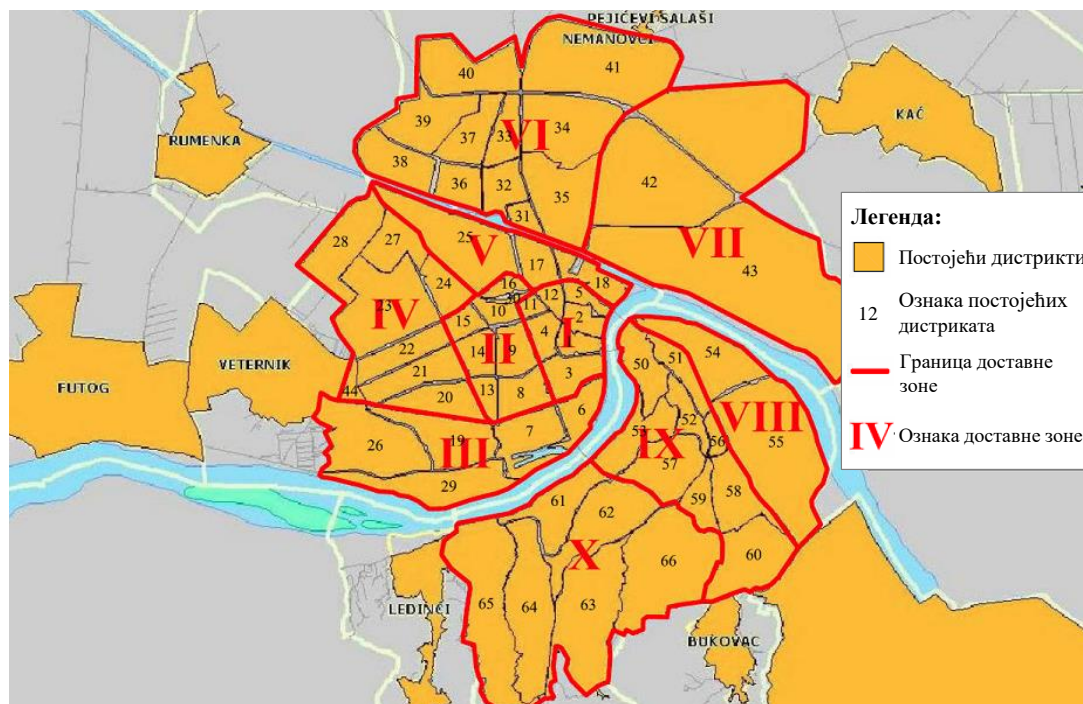
⁴⁰ У прилогу 1, приказани су изворни, циљни и транзитни теретни токови, на одвојеним сликама. У штампаној верзији ове слике се штампају на паус папиру ради јасније интерпретације и визуализације.

Нови Сад, као град који је по броју становника на другом месту у Републици Србији, представља одредиште велике количине терета. Већ је истакнуто да се друмски транспорт издваја као доминантни вид транспорта у градском подручју Новог Сада, укључујући и теретни транспорт. Такође, примењене рестриктивне и регулаторне мере делимично регулишу УТТ у Новом Саду. Због тога је важно размотрити примену одрживог приступа у даљем развоју УЛ-е у овом градском подручју, укључујући и примену различитих савремених решења, идентификованих у тачки 3.4. Циљни теретни токови имају значајан удео (око 1/3, слика 6.5) у укупним спољним теретним токовима, што говори у прилог потенцијалном разматрању примене УКЦ иницијативе. ЕТ-и друмског УТТ-а до сада нису темељно истраживани у градовима у Републици Србији, што оправдава чињеницу да је Нови Сад изабран као пример на коме ће се презентовати примена новог модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а.

6.2. Прикупљање података и припрема основних параметара модела

У циљу примене модела најпре се прикупљају неопходни улазни подаци за модел и дефинишу се решења и сценарији на којима ће модел бити примењен. Основни подаци о градском подручју изабране студије случаја описани су у претходној тачки.

Димензије улазних матрица за модел дефинише број улазних тачака у градско подручје (извор) и број доставних зона на које је подељено градско подручје (циљ). На слици 6.2 приказано је 8 главних улазних саобраћајница у градско подручје, који у пресеку са границом градског подручја дају $m = 8$ улазних тачака, што дефинише једну димензију и-ц матрица. У циљу одређивања друге димензије неопходно је поделити градско подручје на доставне зоне, које се разликују према основним карактеристикама теретних токова. Ради једноставније примене и интерпретације резултата модела, извршено је агрегирање саобраћајних зона и дистриката са ГИС портала Новог Сада (слика 6.4) применом методе хијерархијског зонирања. На слици 6.6 приказано је $n = 10$ доставних зона за посматрану студију случаја. Према томе, димензије улазних и-ц матрица за модел су 8×10 .



Слика 6.6. Приказ поделе градског подручја на саобраћајне дистрикте и доставне зоне

Након дефинисања димензија, неопходно је одредити податке који ће представљати елементе и-ц матрица. Због недостатка систематског сакупљања и чувања података о теретним токовима, за одређивање елемената ових матрица најчешће се приступа истраживањима теретних токова на терену или примени модела атракције теретних токова. У тачки 5.2.1 предложена је примена модела атракције теретних токова за генерисање матрица количине терета. Међутим, у оквиру већ поменуте НОСТРАМ студије (тачка 6.1), прикупљени су теренски подаци бројањем саобраћаја и анкетирањем учесника у саобраћају. Ови подаци су укрштени и екстраполирани, чиме су директно добијене матрице теретних токова. Ови подаци сматрају се довољно меродавним и прецизнијим у односу на податке које би дали модели атракције теретних токова. Основно ограничење ових података, у смислу примене модела, је то што није идентификована структура теретних токова по питању врсте погонског горива. Због тога је претпостављено да је структура возног парка према врсти горива у градском подручју Новог Сада у складу са резултатима истраживања других градова из литературе (на пример, Schoemaker et al., 2006).

Изабрани узорак на коме ће модел бити тестиран (циљне вожње), чини око 28,8% свих спољних токова теретних возила (слика 6.5, на страни 145). И-ц матрице количине терета и броја вожњи теретних возила генерисане су из базе података НОСТРАМ студије и форматиране у складу са једначином 5-3 и једначином 5-4. За потребе формирања матрица према врсти возила, теретна возила у циљним теретним токовима класификована су у две категорије: лака теретна возила (ЛТВ) и тешка теретна возила

(ТТВ). У ЛТВ сврставају се возила укупне дозвољене масе до 3,5 t, док у ТТВ спадају возила укупне дозвољене масе преко 3,5 t. На основу ових и-ц матрица, које су приказане у прилогу 2 ове докторске дисертације, може се извршити процена активности теретних возила у градском подручју.

Матрице растојања представљају параметре модела које такође треба дефинисати. Примарне матрице растојања такође су димензија 8×10 , у складу са матрицама теретних токова. Вредности које чине елементе ових матрица добијене су мерењем најкраћих растојања на постојећој мрежи од изворних (улазних тачака у градско подручје) до циљних тачака (центроида доставних зона). За потребе формирања и-ц матрица растојања коришћен је алат *Google Maps Route Planner* (као на пример, Zeimpekis et al., 2018). Применом овог алата добијене су матрице растојања између свих и-ц парова. Овакво мерење растојања даје прецизније вредности за разлику од мерења Еуклидовог растојања, па је због тога одабран овакав начин мерења растојања. У табели 6.1 приказане су вредности елемената основне матрице растојања.

Табела 6.1. Растојање од улазних тачака у градско подручје $i \in \{1, \dots, t\}$ до центроида доставних зона $j \in \{1, \dots, n\}$ (изражена у km)

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4,9	3,6	2,7	2,3	6,1	8,1	9,9	8,4	8,4	9,5
2	5,8	3,2	5,0	3,2	3,8	5,8	7,6	8,9	8,9	10,2
3	6,7	6,9	9,4	7,6	3,7	2,1	7,5	9,9	10,7	12,3
4	5,8	7,4	9,3	8,1	4,0	1,8	7,3	8,8	9,6	12,1
5	6,0	7,7	9,6	8,5	5,5	7,5	4,7	9,0	9,2	12,2
6	6,1	7,9	8,9	10,9	8,1	10,1	10,2	2,4	2,7	7,2
7	8,2	8,7	9,6	13,4	11,6	13,6	14,6	6,8	6,9	1,8
8	7,4	9,7	7,4	11,2	9,4	11,5	12,4	7,7	5,5	2,2

Просечан број заустављања теретних возила у УТТ-у, у Новом Саду, је податак који није познат. Због овог ограничења базе података о транспортним активностима спроведена је претрага литературе. Бројни су аутори који су се бавили квантификањем активности у УТТ-у (Gonzalez-Feliu et al., 2014a; Holguín-Veras, Patil, 2005; Nuzzolo, Comi, 2015; Vleugel, Janic, 2004). Просечан број заустављања теретних возила један је од показатеља који се често квантификује у таквим истраживањима. Међутим, вредности овог показатеља значајно се разликују у зависности од основних поставки истраживања. Ове вредности крећу се од 1,8 заустављања по доставној вожњи (Vleugel, Janic, 2004) до 7,7 заустављања (Holguín-Veras, Patil, 2005), док се код доставних вожњи које карактерише велики број достава (преко 30 достава по вожњи) креће и до 45 заустављања по вожњи (Gonzalez-Feliu et al., 2014a).

Карактеристика међумесних теретних токова (Ф1 УТТ-а) јесте да су ефикаснији од локалних (унутарградских) токова, због тога што у просеку имају мањи број заустављања (Abate, Kveiborg, 2013). На основу свега претходног, усвојен је параметар модела који се односи на просечан број заустављања у Ф1 УТТ-а и његова вредност износи 3 заустављања по возњи.

Да би се тестирао утицај увођења различитих УКЦ решења, на ЕТ-е друмског УТТ-а, треба идентификовати и предложити могуће локације за увођење УКЦ-а. У раду (Veličković et al., 2011) извршена је анализа градског подручја Новог Сада, при чему су издвојене локације где не постоје сметње за изградњу УКЦ-а и оне на којима се већ налазе објекти којима би се могла променити намена. Том приликом, идентификоване су локације које су погодне за терминале УЛ-е, односно УКЦ-е. Из сета издвојених, изабране су три потенцијалне локације за увођење УКЦ-а на основу следећих критеријума:

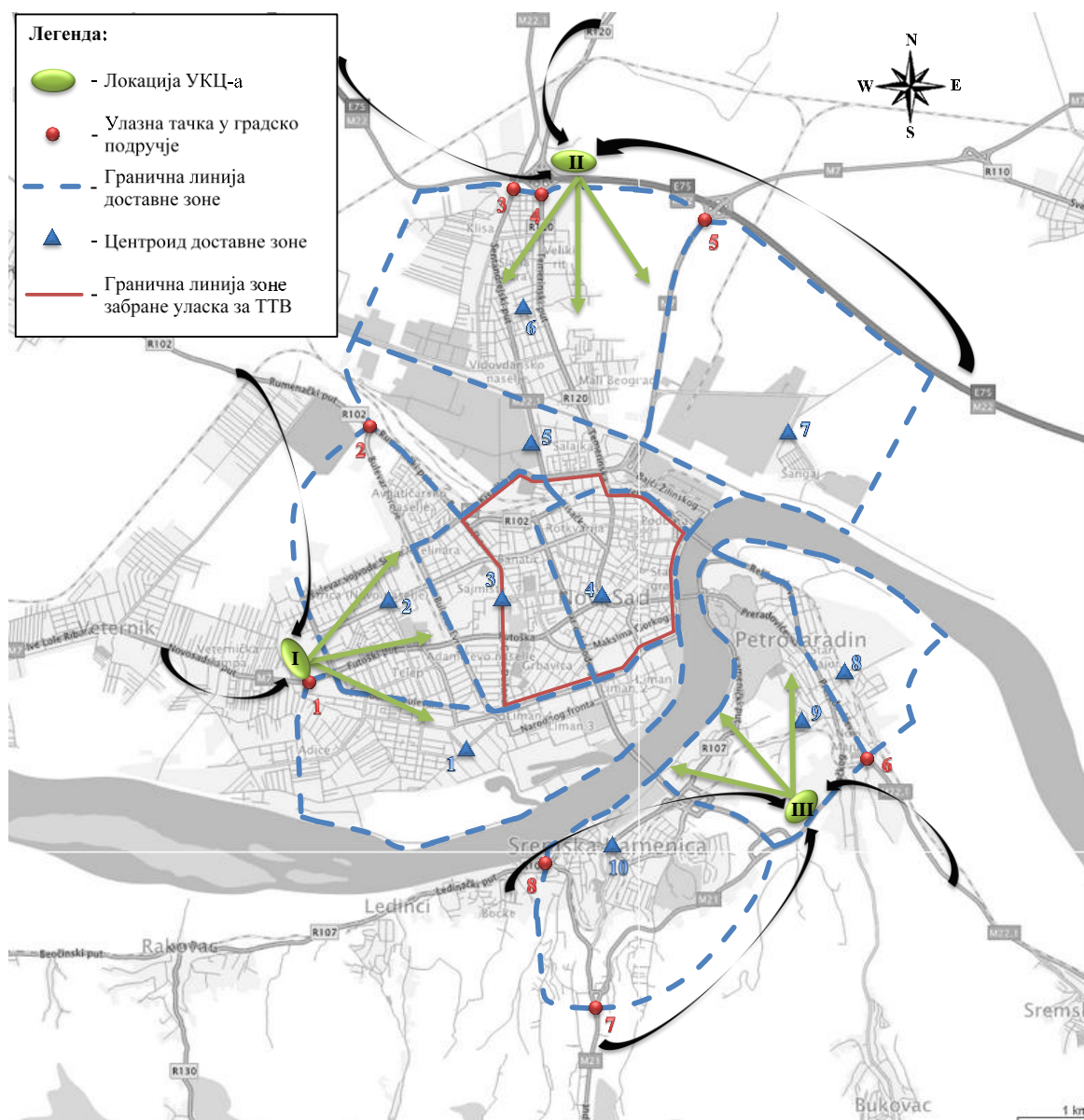
- удаљеност од улазних тачака у градско подручје;
- просторна расподела главних градских саобраћајница;
- интензитет теретних токова на главним путним правцима;
- приступачност доставних зона;
- постојећи режими саобраћаја и рестриктивне мере;
- резултати претходних студија (ЈП Урбанизам, 2004).

Основни подаци о изабраним локацијама приказани су у табели 6.2. Прва локација се налази на западној страни града, друга на северној, а трећа на југоисточној страни града (слика 6.7). Локације које се налазе на већој удаљености од центра града искључене су због потенцијалне могућности анализе коришћења електро возила. Разлог за то је то што успешност примене ове иницијативе значајно зависи од удаљености УКЦ-а од доставног подручја, због веома ограничене аутономности кретања електричних ЛДВ. Локације које се налазе ближе централној зони углавном се налазе у деловима града са већом густином насељености, па би имплементација УКЦ-а на таквим локацијама створила велике проблеме у том делу града. Због тога су и ове локације искључене из анализе.

Табела 6.2. Основни подаци о потенцијалним локацијама УКЦ-а

	Локација I	Локација II	Локација III
Удаљеност од центра града*	5,2 km	6,6 km	6 km
Удаљеност од главних улазних градских саобраћајница	0,1 km	0,1 km	0,3 km
Удаљеност од аутопута	9,1 km	0,75 km	11 km

* Као реперна тачка за центар града усвојена је позиција центроида доставне зоне IV (ужо центар града).



Слика 6.7. Приказ изабраних локација за увођење УКЦ-а

Количина теретних токова коју привлачи УКЦ, одређује се на основу коефицијента $\varphi_{i,k}$ (једначина 5-8 на страни 126). Овај коефицијент дефинише колики се удео теретних токова, са одређеног улазног путног правца i , преусмерава на доставу преко УКЦ-а k . Такав показатељ у пракси зависи од многих фактора (подстицаја, регулативе, конкуренције, заинтересованости актера да користе услуге УКЦ, квалитета услуге и тако даље). У литератури се, за одређивање количине терета који ће привући одређени УКЦ, предлага примена *Mixed Logit* модела, који се базирају на теорији случајне корисности (на пример, Domínguez et al., 2012; Marcucci, Danielis, 2008). Прикупљање података за примену ових модела врши се спровођењем истраживања индивидуалних преференција интересних група УЛ-е. Утицај коефицијента $\varphi_{i,k}$ у овој дисертацији анализиран је кроз више различитих варијанти:

- VI. варијанта по којој се сви теретни токови која се допремају у градско подручје морају доставити преко УКЦ-а;
- V2. варијанта по којој се само теретни токови са улазних тачака које опслужује одређени УКЦ, доставља преко тог УКЦ-а, а са осталих улазних тачака доставља се директно до крајњег корисника у градском подручју;
- V3. варијанта по којој УКЦ привлачи одређени део теретних токова са сваког улазног путног правца.

Варијанта VI уведена је у циљу добијања резултата који би показали какви би били ефекти, уколико би се сви циљни теретни токови транспортовали преко УКЦ-а. Оваква варијанта преусмеравања теретних токова у пракси је скоро немогућа, осим у неким специфичним градским подручјима (на пример, веома мали градови са историјски наслеђеном саобраћајном инфраструктуром). Један од таквих примера јесте УКЦ концепт у Вићенци, Италија (Ville et al., 2013). Међутим, због увођења забране кретања теретним возилима у Вићенци, односно дозвољеног кретања само транспортном оператору УКЦ-а, покренут је судски спор против градске управе, због монополистичког деловања. Према томе, ова варијанта тешко је изводљива у пракси.

Возила која врше транспорт терета, преко улазних тачака које се налазе на супротној страни градског подручја, у односу на локацију УКЦ-а, код варијанте VI, условљена су да прелазе већа растојања, како би допремили терет до УКЦ-а. Међутим, у градским подручјима средње величине, која немају обилазне (транзитне) саобраћајнице, највећи део овог додатног транспортног пута реализује се преко градских саобраћајница. Због тога је предложена и варијанта V2, где је усвојено да се преко УКЦ-а допрема само терет са улазних тачака које су удаљене највише 5 km од локације УКЦ-а. Терет са улазних тачака које не обухвата овај радијус, испоручује се директно до крајњих прималаца у граду, без обавезе да се користе услуге УКЦ-а.

V3 представља варијанту привлачења теретних токова, у којој се одређени део терета, са свих улазних тачака у градско подручје, допрема преко УКЦ-а, а преостали део и даље директно. Ова варијанта најбоље осликава реално стање система дистрибуције терета у градским подручјима, јер се у највећем броју практичних примера увођења УКЦ-а, систем УТТ-а тако понаша. Међутим, тачне и прецизне вредности параметра $\varphi_{i,k}$ веома је тешко одредити, јер на њих утичу бројни фактори, што је већ раније наглашено. Због тога, излазне резултате модела треба пажљиво анализирати, увек критички посматрати и одлуке доносити на основу различитих вредности параметра $\varphi_{i,k}$. Кориснику модела је, из тог разлога, омогућено да овај параметар подешава у складу са сопственим преференцијама и на основу свог искуства. Тиме се омогућава да корисник модела,

критичком анализом промене излазних резултата модела, проузроковане модификацијама параметра $\varphi_{i,k}$, дође до потребних закључака и донесе одлуку.

Како је раније описано, увођењем УКЦ-а, друмски УТТ дели се на две фазе. Најпре треба извршити трансформацију матрица растојања у зависности од предложених опција консолидације. Матрице растојања за Ф1 УТТ-а добиће димензије 8×13 , због увођења 3 потенцијалне тачке консолидације поред 10 постојећих доставних зона до којих се терет директно доставља. Димензије матрица растојања у Ф2 УТТ-а (дистрибуција терета из УКЦ-а) биће 3×10 , јер се односе на дистрибуцију од 3 УКЦ-а до 10 доставних зона.

Да би се одредила активност ЛДВ, неопходно је дефинисати њихове карактеристике у погледу просечне носивости и просечног степена искоришћења носивости возила. На основу ова два податка, одређује се потребан број возњи за ЛДВ и добијају се и-ц матрице теретних токова у Ф2 УТТ-а. Као репрезентативно ЛДВ одабрано је возило максималне масе до 3,5 t, а усвојен је и степен искоришћења носивости од 80%, што је у складу са резултатима увођења УКЦ иницијативе у другим градовима Европе (на пример, УКЦ-а у Каселу) (City Ports, 2005).

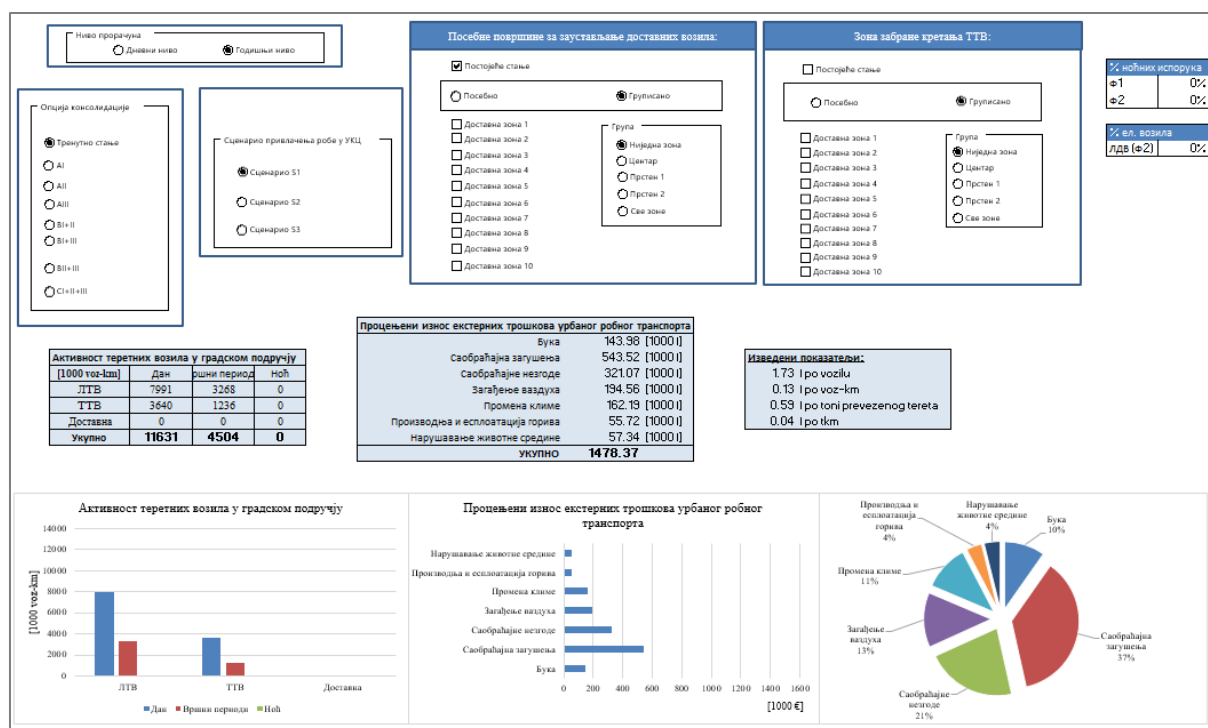
За прорачун активности доставних возила у Ф2 УТТ-а неопходно је утврдити просечно растојање d_x^j (једначина 5-24 на страни 132). Као добар показатељ просечног растојања између два узастопна примаоца, за консолидовану пошиљку, може се узети податак курирских служби које раде по принципу консолидације пошиљака. Ови подаци сматрају се репрезентативним због тога што је организација доставе пошиљака из дистрибутивних центара курирских служби слична организацији испорука из УКЦ-а. У ту сврху прикупљени су подаци о испорукама једне курирске службе која врши доставу терета на подручју Новог Сада у периоду од месец дана (за месец март 2018. године)⁴¹. Просечно растојање између два узастопна примаоца d_x^j у доставној зони j може се одредити на основу укупног пређеног пута возила у току дана (умањеног за растојање које возила прелазе да би приступили доставној зони и да би се вратили назад у дистрибутивни центар) и броја прималаца којима се достављају пошиљке тог дана. На овај начин добијене су вредности просечног растојања између два узастопна примаоца, што у периферним зонама Новог Сада износи 0,76 km по примаоцу, а у централним зонама 0,35 km по примаоцу.

⁴¹ Подаци нису јавно доступни и добијени су директно од менаџмента курирске службе у форми *Excel* табеле. Због тога што компанија ове податке сматра пословном тајном аутор ове дисертације нема овлашћење да објави идентитет компаније, односно конкретан извор података.

Резултати *IMPACT* студије, описане у тачки 2.3.3, дају износе јединичних ЕТ-а транспорта за сваку негативну екстерналију (загађење ваздуха, бука, саобраћајна загушења и тако даље) и за специфичне критеријуме по екстерналији (врста погонског горива, период дана, локација и тако даље). Вредности јединичних ЕТ-а, из последње верзије *IMPACT* студије (van Essen et al., 2019), које су интегрисане у модел за прорачун ЕТ-а, изражене су у монетарној јединици €_{2016} и односе се на ЕУ28 државе. Последњи подаци о БДП прилагођеном куповној моћи становништва у Републици Србији доступни су за 2018. годину, па се због тога прорачун ЕТ-а, у овој докторској дисертацији, односи на 2018. годину. Према томе, монетарна јединица у којој су изражене процењене вредности ЕТ-а је €_{2018} , а због поједностављења приказа у даљем тексту користиће се симбол €. Да би се ове вредности прилагодили за примену на посматраној студији случаја, неопходно је утврдити однос БДП-а у Србији 2018. године, у односу на просечан БДП у ЕУ28 државама 2016. године. Према подацима Европског завода за статистику⁴² БДП прилагођен куповној моћи у Србији 2018. године износио је 42% у односу на БДП у ЕУ28 државама 2016. године. У прилогу 3 приказане су вредности просечних и маргиналних ЕТ-а које су коришћене за прорачун у овој докторској дисертацији. Табеле које су приказане у наведеном прилогу садрже вредности јединичних ЕТ-а, за друмска теретна возила, изражене у еврима по возило-километру (€/vkm) и вредности изражене у еврима по тонском-километру (€/tkm). Када се врши прорачун ЕТ-а, за тренутно стање УТТ-а, користиће се просечне вредности јединичних ЕТ-а, а када се врши прорачун за процену утицаја промене тренутног стања (примена УКЦ решења) погодније је користити маргиналне јединичне ЕТ-е.

Након подешавања свих параметара модела, може се извршити процена активности теретних возила у градском подручју и прорачун ЕТ-а наведених активности. Програмирање модела извешено је у *MS Excel* окружењу применом *VBA* програмског језика. Кориснички интерфејс модела са подешеним параметрима за тренутно стање студије случаја приказан је на слици 6.8.

⁴² Подаци доступни на интернет адреси: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_10_10/default/table?lang=en.



Слика 6.8. Кориснички интерфејс модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а са подешеним параметрима за тренутно стање УТТ-а у Новом Саду

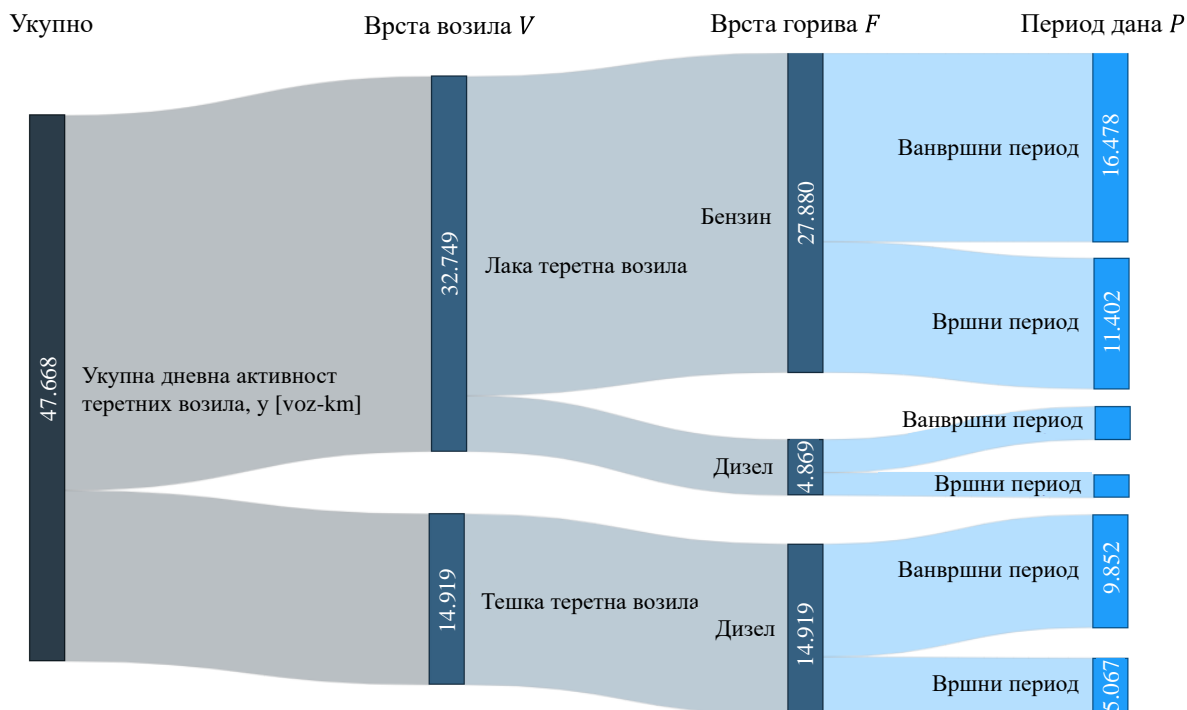
6.3. Приказ резултата примене модела

Применом модела који је развијен у петом поглављу, на студији случаја описаној у тачки 6.1, добијени су резултати који ће бити приказани у овој тачки дисертације. У циљу спровођења шта-ако (енгл. *what-if*) анализе, параметри модела подешени су у складу са постојећим стањем УТТ-а, без увођења било каквих промена, односно без примене иницијатива и концепата УЛ-е. Након тога, изабрана су УКЦ решења, која се могу применити у циљу смањења негативних ефеката друмског УТТ-а у Новом Саду. С тим у вези, извршено је подешавање параметара модела, у смислу анализе предложених модификација УТТ-а. Након сваке модификације параметара модела, добијени су резултати који су јасно (графички и табеларно) приказани и за које је дата јасна и концизна дискусија.

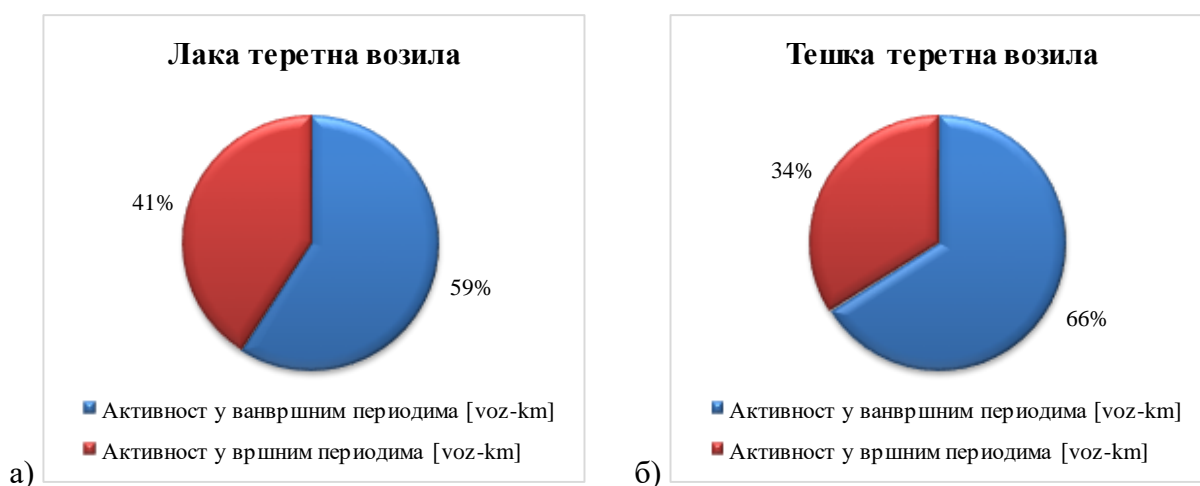
6.3.1. Резултати - тренутно стање урбаног теретног транспорта

На основу алгоритма модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а и једначина које прате ток процеса алгоритма, одређује се количина активности теретних возила и рачунају се ЕТ-и који настају из ових активности. АТВ компонента модела, на основу улазних података и параметара модела описаних у претходној тачки (тачка 6.2) и применом једначина описаних у тачки 5.2.4, даје резултате о количини активности теретних возила,

у градском подручју, за тренутно стање УТТ-а. Резултати показују да се око 70% укупних теретних токова реализује ЛТВ-има. Укупна активност ЛТВ-а, у градском подручју, износи 32.749 vkm дневно (слика 6.9), од чега је око 41% реализовано у вршним периодима (слика 6.10а), а активност ТТВ-а, износи 14.919 vkm дневно (слика 6.9), од чега је око 34% реализовано у вршним периодима (слика 6.10б).



Слика 6.9. Резултати АТВ компоненте модела за тренутно стање УТТ-а



Слика 6.10. Активност теретних возила у вршним периодима

Годишње количине активности добијају се на основу броја радних дана у години, у складу са литературом и препорукама у студији (van Essen et al., 2019). Након процене количине активности A^{VFP} , по врсти возила V , врсти погонског горива F и периоду дана

P, прелази се на ПЕТ компоненту модела, како би се прорачунали ЕТ-и. Резултати ПЕТ компоненте приказани су у табели 6.3. Због високог процента реализације теретних токова у вршним периодима (41% за ЛТВ и 34% за ТТВ), претпоставља се да су ЕТ-и саобраћајних загушења значајни. Резултати ПЕТ компоненте приказани у табели 6.3 потврђују ову претпоставку.

Табела 6.3. Резултати ПЕТ компоненте модела за тренутно стање УТТ-а

Категорија ЕТ-а	Укупни ЕТ-и [1.000 €/год.]	Удео у укупним ЕТ-има [%]
Бука	169,80	9,7
Саобраћајна загушења	640,99	36,8
Саобраћајне незгоде	378,65	21,7
Загађење ваздуха	229,45	13,2
Промена климе	191,28	11,0
Производња и експлоатација горива	65,71	3,8
Нарушавање животне средине	67,63	3,9
УКУПНО	1.743,50	100,0

Из табеле 6.3 може се видети да су ЕТ-и саобраћајних загушења најзначајнија категорија ЕТ-а у Новом Саду, са 36,8% удела у укупним ЕТ-има друмског УТТ-а. Поред тога, ЕТ-и саобраћајних незгода, издвајају се као друга категорија по значају, са уделом од 21,7% у укупним ЕТ-има друмског УТТ-а. Три категорије (загађење ваздуха, промена климе и бука) могу се сврстати у значајне негативне екстерналије са око 11% удела у просеку, док се последње две категорије (нарушавање животне средине и производња и експлоатација горива) могу сматрати мање значајним, са мање од 4% удела у укупним ЕТ-има друмског УТТ-а у Новом Саду.

На основу практичних искустава (приказаних у трећем поглављу), може се претпоставити да се ЕТ-и саобраћајних загушења, али и друге категорије ЕТ-а, могу смањити применом различитих иницијатива и концепата УЛ-е, при чему централну улогу имају УКЦ-и. Резултати модела, за случајеве примене различитих УКЦ решења, приказани су у наредној тачки.

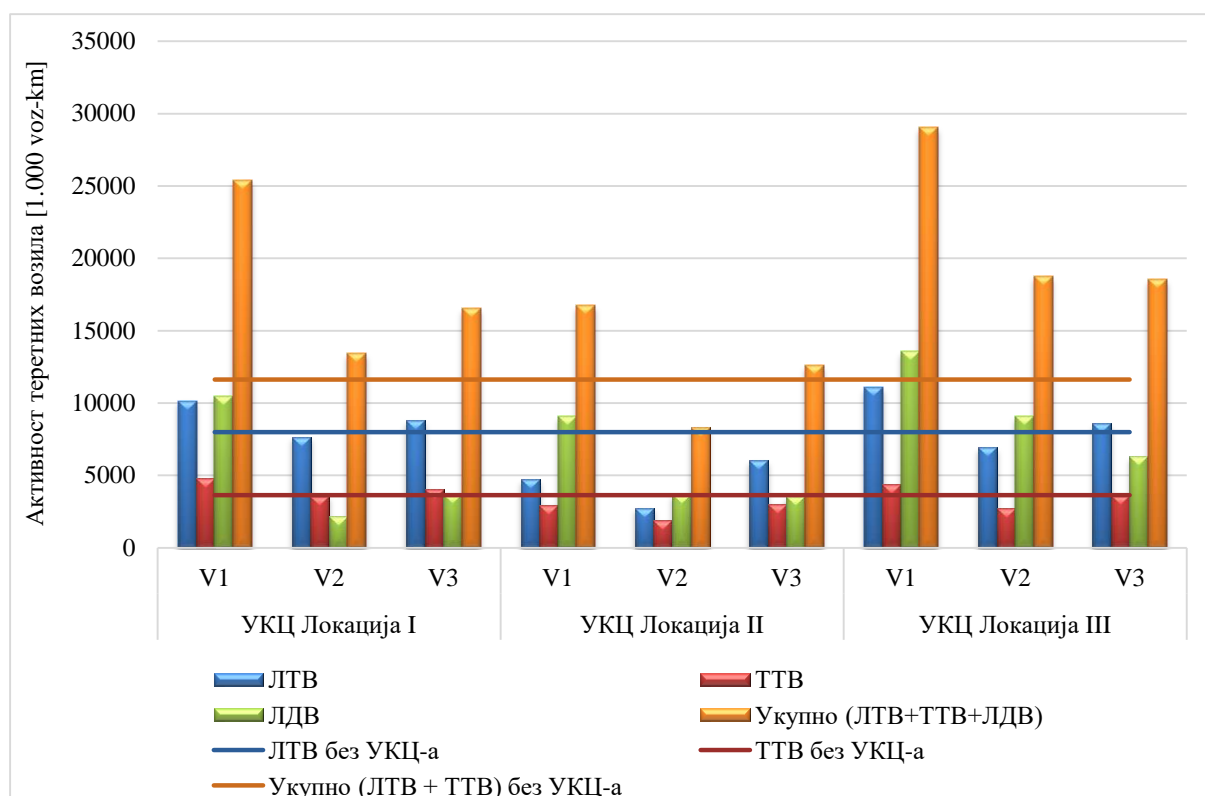
6.3.2. Резултати – увођење УКЦ решења

Приликом истраживања литературе, УКЦ-и су идентификовани као једна од најатрактивнијих иницијатива УЛ-е (тачка 3.4.2.1). Због тога се, резултати приказани у наредне две тачке (6.3.2.1. и 6.3.2.2), заснивају на увођењу ове иницијативе. Даља интерпретација примене модела и приказ резултата (тачка 6.3.2.3), односи се на УКЦ

решења, односно увођење УКЦ иницијативе и на комбинованој примени УКЦ-а и других (додатних) иницијатива УЛ-е (зоне забране кретања за ТТВ, посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза, електрична ЛДВ и ноћне испоруке).

6.3.2.1. Резултати примене УКЦ иницијативе

Просечна активност теретних возила (резултат АТВ компоненте модела), за различите варијанте привлачења теретних токова, приказана је на слици 6.11. Тренутно стање односи се на обим активности ЛТВ-а и ТТВ-а, у случају када се не предузимају никакве мере, односно теретни токови се не консолидују. Количина активности за тренутно стање на слици 6.11 приказана је хоризонталним линијама. Резултати консолидације показују да укупна активност теретних возила, у градском подручју, након увођења УКЦ-а може бити мања (за локацију II и варијанту V2) или већа (све остале варијанте привлачења за све три локације), у односу на тренутно стање. Такође, количина активности ЛТВ-а и ТТВ-а (у Ф1 УТТ-а) за неке варијанте се смањује (локација I за варијанту V2, локација II за варијанту V1, локација II за варијанту V2, локација II за варијанту V3, локација III за варијанту V2), а у неким расте (локација I за варијанту V1, локација I за варијанту V3, локација III за варијанту V1, локација III за варијанту V3) након увођења УКЦ-а. Поред тога, количина активности ЛДВ значајно варира у зависности од локације и варијанте привлачења теретних токова у УКЦ (од најмање 2.178 хиљада возило-километара за локацију I и варијанту V2 до највише 13.587 хиљада возило-километара за локацију III и варијанту V1). Важно је приметити да ЛДВ могу имати значајан удео у укупној активности теретних возила у градском подручју (од 16% за УКЦ на локацији I и за варијанту V2, до чак 54% за УКЦ на локацији II и за варијанту V1). Са аспекта локалних доносилаца одлука, возним парком УКЦ-а много је лакше управљати, па самим тим су и могућности за достизање циљева одрживог УТТ-а много веће. На крају, може се закључити да је, у погледу утицаја на укупну количину активности теретних возила, најнеповољнија локација III и варијанта V1 привлачења теретних токова у УКЦ.



Слика 6.11. Обим активности теретних возила, на дневном нивоу, у зависности од примењене варијанте привлачења теретних токова у УКЦ

Након прорачуна количине активности теретних возила у градском подручју, може се приступити прорачуну ЕТ-а ових активности. Резултати ПЕТ компоненте модела приказани су у табели 6.4.

Табела 6.4. Резултати прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а за различите опције и варијанте привлачења теретних токова у УКЦ, изражено у [1.000 €/год.]

Категорија ЕТ	УКЦ на локацији I			УКЦ на локацији II			УКЦ на локацији III		
	V1	V2	V3	V1	V2	V3	V1	V2	V3
Бука	224,61	173,98	191,16	167,66	128,42	161,04	220,75	168,84	185,27
Загушење	1.634,88	866,44	1.141,64	1.052,47	553,46	859,73	1.889,45	1.746,37	1.322,14
Саобр. незгоде	441,59	388,79	404,98	403,42	371,54	387,35	456,24	420,09	412,27
Загађење ваздуха	416,08	235,53	296,80	189,30	40,81	176,75	401,85	187,11	271,05
Промена климе	364,09	205,89	253,34	206,60	86,87	174,65	386,78	224,89	257,73
Производња и експлоатација	114,58	70,12	83,25	71,54	38,35	62,01	122,71	78,06	85,67
Нарушавање животне средине	127,48	74,30	89,09	82,86	43,94	67,55	138,70	89,22	94,07
УКУПНО	3323,31	2.015,04	2.460,26	2.173,85	1.263,39	1.889,08	3.616,48	2.914,57	2.628,20

Имајући у виду износ ЕТ-а за тренутно стање УТТ-а ($1.743,50 \times 10^3$ €/год., табела 6.3), приказани резултати увођења УКЦ-а омогућавају да се пружи одговор на ИП-2.1, које гласи:

Какав је утицај увођења УКЦ-а, на ЕТ-е УТТ-а?

У овој тачки докторске дисертације приказани су излазни резултати предложеног модела, у смислу процене утицаја увођења УКЦ иницијативе на ЕТ-е друмског УТТ-а. На основу приказаних излазних резултата примене модела, за предложене варијанте привлачења теретних токова у **УКЦ**, на једној од три потенцијалне локације у градском подручју, показано је да **укупни ЕТ-и друмског УТТ-а** могу да се и повећају и смање. Очекивани ефекат смањења ЕТ-а, показује случај примене УКЦ-а на локацији II и са варијантом V2 привлачења теретних токова у УКЦ. Према томе, у складу са приказаним резултатима модела, дат је **одговор на ИП-2.1**, а то је да **постоји могућност** да се применом УКЦ-а **ЕТ-и** теретног транспорта, у градским подручјима, **смање**. Степен привлачења и локација утичу на ту могућност да се ЕТ-и смање увођењем УКЦ-а. Због тога је важно посветити посебну пажњу планирању примене ове иницијативе УЛ-е.

6.3.2.2. Резултати утицаја броја оперативних урбаних консолидационих центара на екстерне трошкове друмског урбаног теретног транспорта

Избором потенцијалних локација (у тачки 6.3.2.1) и у зависности од броја оперативних УКЦ-а, уобличене су могуће опције консолидације урбаних теретних токова и то:

- опција *A* – УТТ са једним оперативним УКЦ-ом,
 - A_I – УКЦ на локацији I;
 - A_{II} – УКЦ на локацији II;
 - A_{III} – УКЦ на локацији III;
- опција *B* – УТТ са два оперативна УКЦ-а,
 - B_{I+II} – УКЦ-и на локацијама I и II;
 - B_{I+III} – УКЦ-и на локацијама I и III;
 - B_{II+III} – УКЦ-и на локацијама II и III;
- опција *C* – УТТ са три оперативна УКЦ-а,
 - $C_{I+II+III}$ – УКЦ-и на све три потенцијалне локације.

У табели 6.5 приказани су резултати АТВ компоненте модела без (лева страна табеле) и са применом УКЦ-а (десна страна табеле), а на основу тих резултата формиран је графички приказ активности теретних возила у зависности од изабране опције

консолидације (слика 6.12). Због лакшег прегледа и свеобухватног приказа, табела 6.5 обухвата и претходно приказане резултате у табели 6.3 (за тренутно стање) и табели 6.4 (за консолидацију теретних токова са једним УКЦ-ом, на једној од три потенцијалне локације).

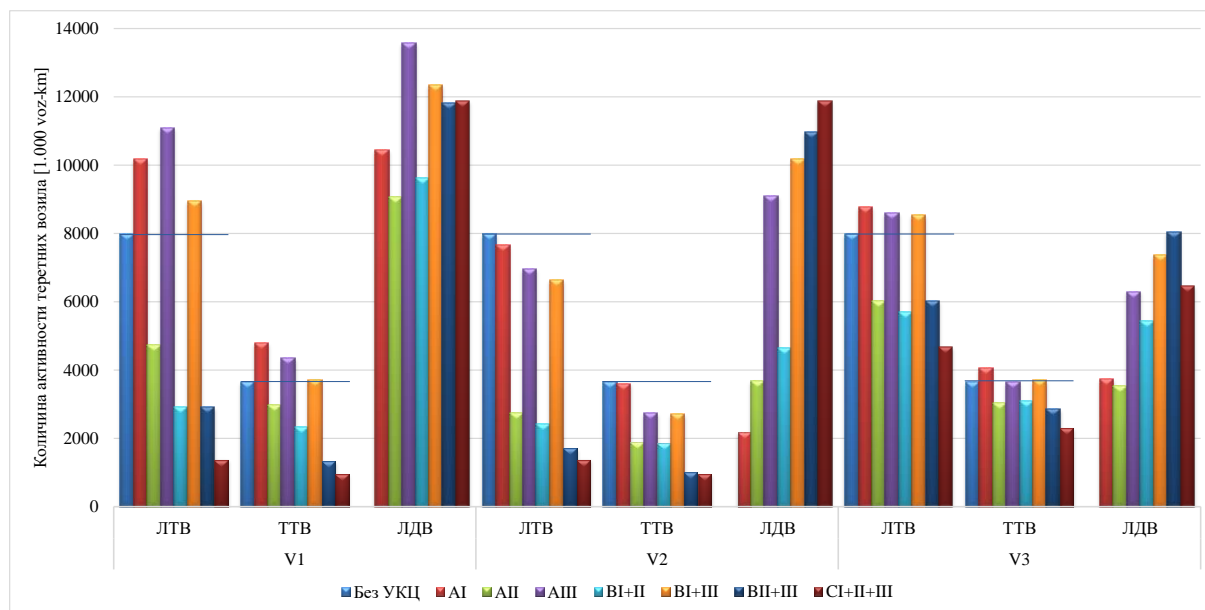
Табела 6.5. Активност теретних возила за тренутно стање УТТ-а (лево) и за различите опције консолидације (десно) [1.000 vkm]

Тренутно стање	Врста возила	Опције консолидације за VI							
			A_I	A_{II}	A_{III}	B_{I+II}	B_{I+III}	B_{II+III}	$C_{I+II+III}$
7.991 ←	ЛТВ	→	10.166	4.723	11.087	2.923	8.945	2.926	1.380
3.640 ←	ТТВ	→	4.779	2.965	4.359	2.327	3.721	1.335	968
/ ←	ЛДВ	→	10.453	9.055	13.587	9.630	12.346	11.822	11.887
11.631 ←	УКУПНО	→	25.399	16.742	29.032	14.879	25.011	16.082	14.235

Врста возила	Опције консолидације за V2							
		A_I	A_{II}	A_{III}	B_{I+II}	B_{I+III}	B_{II+III}	$C_{I+II+III}$
ЛТВ	→	7.659	2.748	6.955	2.416	6.623	1.712	1.380
ТТВ	→	3.603	1.904	2.741	1.867	2.704	1.005	968
ЛДВ	→	2.177	3.674	9.084	4.631	10.175	10.966	11.887
УКУПНО	→	13.439	8.326	18.779	8.914	19.501	13.683	14.235

Врста возила	Опције консолидације за V3							
		A_I	A_{II}	A_{III}	B_{I+II}	B_{I+III}	B_{II+III}	$C_{I+II+III}$
ЛТВ	→	8.775	6.010	8.603	5.705	8.547	4.685	4.685
ТТВ	→	4.054	3.051	3.644	3.102	3.699	2.304	2.304
ЛДВ	→	3.729	3.534	6.300	5.446	7.360	6.463	6.463
УКУПНО	→	16.558	12.594	18.546	14.252	19.605	13.452	13.452

Резултати АТВ компоненте приказани у табели 6.5, ради јасније анализе, графички су интерпретирани на слици 6.12. Са графика се, генерално, може идентификовати тренд смањења количине активности ЛТВ-а и ТТВ-а, са повећањем броја УКЦ-а који опслужују градско подручје. Такође, може се приметити и да утицај броја оперативних УКЦ-а на ЕТ-е друмског УТТ-а значајно зависи од локације УКЦ-а. Тако опција са истим бројем УКЦ-а може резултирати смањењем (на пример, опција са два УКЦ-а B_{I+II} за варијанту VI), али и повећањем (на пример, опција са два УКЦ-а B_{I+III} за варијанту VI) активности ЛТВ-а и ТТВ-а, у односу на тренутно стање. Са друге стране, када се посматрају ЛДВ, може се приметити тренд повећања њихове активности у градском подручју, са повећањем броја оперативних УКЦ-а. Због тога је значајно да возни парк ЛДВ-а буде пажљиво изабран, да би негативни ефекти и ЕТ-и, које растуће активности ЛДВ-а стварају, били што мањи.



Слика 6.12. Количина активности теретних возила градском подручју у зависности од предложеног УКЦ решења

На исти начин као и у претходној тачки, израчунати су ЕТ-и, само овај пут и за случајеве примене више од једног УКЦ-а. У табели 6.6. приказани су резултати прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а, за случајеве примене више од једног УКЦ-а, за различите опције и варијанте привлачења теретних токова у УКЦ-е.

Табела 6.6. Резултати прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а за случајеве примене више од једног УКЦ-а [1.000 €/год.]⁴³

Тренутно стање	Категорија ЕТ-а	Опције консолидације за V1						
		A_I	A_{II}	A_{III}	B_{I+II}	B_{I+III}	B_{II+III}	$C_{I+II+III}$
169,80	Бука	224,61	167,66	220,75	151,27	198,72	128,40	118,05
640,99	Саобр. загушења	1634,88	1052,47	1889,45	919,91	1578,84	999,86	856,30
378,65	Саобр. незгоде	441,59	403,42	456,24	397,80	438,33	400,20	393,91
229,45	Загађење ваздуха	416,08	189,30	401,85	116,62	315,85	34,76	-12,89
191,28	Промена климе	364,09	206,60	386,78	162,57	321,58	140,77	106,68
65,71	Производња и експлоатација	114,58	71,54	122,71	59,82	104,60	56,08	46,61
67,63	Нарушавање животне средине	127,48	82,86	138,70	71,68	119,26	69,95	60,56
1.743,50	УКУПНО	3323,31	2173,85	3616,48	1879,67	3077,18	1830,01	1569,21*
	Категорија ЕТ-а	Опције консолидације за V2						
		A_I	A_{II}	A_{III}	B_{I+II}	B_{I+III}	B_{II+III}	$C_{I+II+III}$
	Бука	173,98	128,42	168,84	130,25	164,53	117,15	118,05
	Саобр. загушења	866,44	553,46	1746,37	638,54	1286,13	851,18	856,30

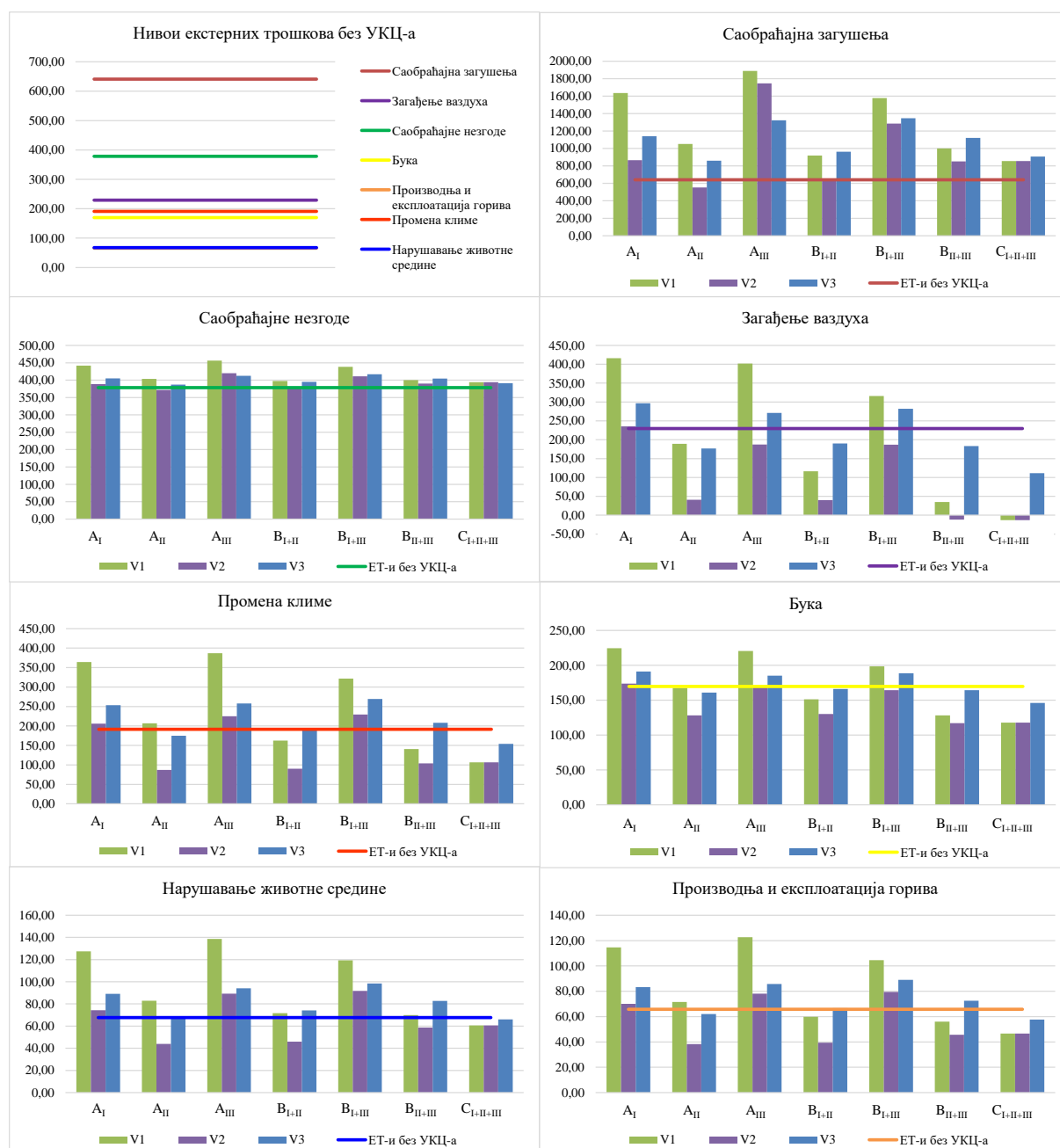
⁴³ Због лакшег прегледа и свеобухватног приказа, табела обухвата и претходно приказане резултате из табеле 6.4 (страница 158), за консолидацију теретних токова са једним УКЦ-ом, на једној од три потенцијалне локације.

Саобр. незгоде	388,79	371,54	420,09	377,32	411,16	390,31	393,91
Загађење ваздуха	235,53	40,81	187,11	39,91	186,97	-11,78	-12,89
Промена климе	205,89	86,87	224,89	90,10	229,37	103,78	106,68
Производња и експлоатација	70,12	38,35	78,06	39,36	79,44	45,71	46,61
Нарушавање животне средине	74,30	43,94	89,22	45,95	91,73	58,69	60,56
УКУПНО	2015,04	1263,39	2914,57	1361,43	2449,33	1555,03	1569,21
Категорија ЕТ-а	Опције консолидације за V3						
	<i>A_I</i>	<i>A_{II}</i>	<i>A_{III}</i>	<i>B_{I+II}</i>	<i>B_{I+III}</i>	<i>B_{II+III}</i>	<i>C_{I+II+III}</i>
Бука	191,16	161,04	185,27	166,22	188,62	164,48	146,15
Саобр. загушења	1141,64	859,73	1322,14	961,78	1346,47	1120,52	907,36
Саобр. незгоде	404,98	387,35	412,27	394,85	416,73	404,69	391,06
Загађење ваздуха	296,80	176,75	271,05	190,04	281,84	183,14	111,25
Промена климе	253,34	174,65	257,73	190,92	269,24	208,08	153,82
Производња и експлоатација	83,25	62,01	85,67	66,66	88,95	72,57	57,61
Нарушавање животне средине	89,09	67,55	94,07	74,22	98,47	82,73	66,08
УКУПНО	2460,26	1889,08	2628,20	2044,69	2690,32	2236,19	1833,33

* Болдиране укупне вредности означавају опције и варијанте које смањују укупне ЕТ-е у односу на тренутно стање.

По питању броја оперативних УКЦ-а, могу се издвојити опције које имају већи успех у постизању циља смањења ЕТ-а друмског УТТ-а, од осталих посматраних опција и варијанти консолидације и то: опција са једним УКЦ-ом *A_{II}*, две опције са два УКЦ-а *B_{I+II}* и *B_{II+III}* и опција са три УКЦ-а *C_{I+II+III}*.

На слици 6.13 приказани су ЕТ-и за сваку категорију појединачно и упоређене су промене које настају увођењем УКЦ-а, у односу на тренутно стање. На првом графикону (горњи леви угао), приказани су нивои свих категорија ЕТ-а друмског УТТ-а, за тренутно стање. На свим наредним графиконима, такође је приказан овај ниво ЕТ-а, ради поједностављења визуелне анализе промене ЕТ-а услед примене УКЦ-а. За сваку опцију консолидације (*A_I*, *A_{II}*, *A_{III}*, *B_{I+II}*, *B_{I+III}*, *B_{II+III}*, *C_{I+II+III}*) приказани су ЕТ-и сваке од предложених варијанти привлачења теретних токова у УКЦ (*V1*, *V2* и *V3*).



Слика 6.13. Приказ процењених вредности ЕТ-а за различите опције консолидације теретних токова

Резултати приказани на слици 6.13. указују на значај пажљивог планирања и примене УКЦ иницијативе. Наиме, многе студије и различита истраживања наглашавају потенцијал консолидације у погледу смањења и контролисања негативних екстерналија транспорта. Приказани резултати показују да је само консолидацијом урбаних теретних токова веома тешко, или чак немогуће, постићи жељене резултате смањења ЕТ-а друмског УТТ-а и циљеве одрживог УТТ-а. Овакав резултат анализе, указује на још један од потенцијалних разлога за неуспех УКЦ-а у пракси (у тачкама 3.4.2.1 и 3.6 наведени су најчешћи разлози за неуспех УКЦ-а), а то су потешкоће у погледу смањења ЕТ-а

друмског УТТ-а. Међутим, применом УКЦ иницијативе олакшава се и/или омогућава примена многих других иницијатива УЛ-е, које значајно могу допринети смањењу количине генерисаних ЕТ-а (примена еколошки прихватљивих возила, испоруке у ванвршним периодима и ноћне испоруке, различите регулаторне и рестриктивне мере и тако даље). Због тога се претпоставља, да би у комбинацији са пратећим иницијативама, УКЦ иницијатива могла да има боље ефекте у погледу смањења ЕТ-а друмског УТТ-а. Овакви резултати омогућавају пружање одговора на ИП-2.2, које гласи:

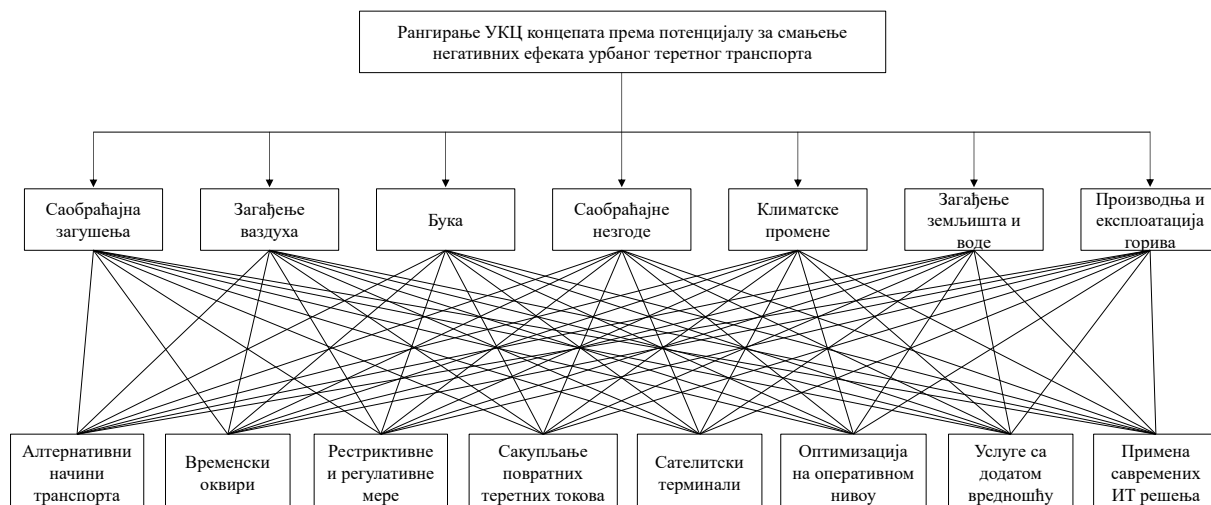
Какав је утицај броја УКЦ-а на ЕТ-е УТТ-а?

У овој тачки анализиран је утицај различитих комбинација примене више УКЦ-а на три потенцијалне локације. На основу приказаних излазних резултата примене модела на предложеним опцијама **једног или више УКЦ-а**, на три потенцијалне локације у **градском подручју**, омогућава се **пружање одговора на ИП-2.2**. Резултати показују да **број** примењених **УКЦ-а** значајно **утиче** на износ **ЕТ-а друмског УТТ-а**. Међутим, треба нагласити и да већи број УКЦ-а не значи обавезно и да су ЕТ-и УТТ-а мањи.

6.3.2.3. Резултати утицаја различитих УКЦ концепата на екстерне трошкове

У циљу добијања одговора на последње истраживачко питање, разматране су додатне иницијативе УЛ-е, које се могу ефикасно применити у УКЦ концепту. Због великог броја могућих УКЦ концепата, најпре је извршен избор додатних иницијатива за комбиновање са УКЦ-ом, за које се претпоставља да ће дати жељене ефекте, у посматраном градском подручју. Избор иницијатива и концепата УЛ-е, на основу којих су даље израчунати и анализирани ЕТ-и, извршен је на основу њиховог релативног утицаја на негативне ефекте теретног транспорта у градском подручју Новог Сада. У циљу рангирања додатних иницијатива за формирање УКЦ концепата, на основу њиховог релативног утицаја на негативне ефекте транспорта терета у градском подручју, примењена је техника аналитичког хијерархијског процеса (АХП; енгл. *Analytic Hierarchy Process*) (Saaty, 1987). Ова техника је корисна због тога што омогућава да се, на веома једноставан начин, изврши рангирање иницијатива по значају за смањење негативних ефеката УТТ-а. Ограничење примене ове технике јесте субјективност процене утицаја. Такође, као ограничење се може посматрати то што не узима у обзир несигурност људског фактора у доношењу одлука (Veličković et al., 2017). На слици 6.14 приказана је АХП хијерархија (циљ-критеријуми-алтернативе) за рангирање додатних иницијатива УЛ-е за формирање УКЦ концепата. Критеријуми за рангирање иницијатива дефинисани су на основу негативних ефеката УТТ-а, који су детаљно објашњени у тачки 2.2.2. Алтернативе које

се рангирају дефинисане су на основу табеле 3.7 (стр. 79), у којој су приказане групе додатних иницијатива УЛ-е, које се најчешће примењују у УКЦ концептима.



Слика 6.14. Хијерархија за рангирање иницијатива УЛ-е према утицају на екстерне ефекте УТТ-а

Улазни подаци за примену АХП технике прикупљени су организовањем експертског панела састављеног од експерата, чије су области експертизе планирање градског саобраћаја, управљање саобраћајним токовима, транспорт и логистика и, уже, УТТ и УЛ. Мишљења експерата прикупљена су анкетним обрасцем (прилог 4), који се састоји из три секције:

- секција 1 – основни подаци о анкетираном лицу;
- секција 2 – вредновање релативног значаја негативних ефеката УТТ-а;
- секција 3 – вредновање релативног значаја алтернатива, односно различитих УКЦ концепата.

Испитани експерти који су упознати са УТТ-ом у Новом Саду, подељени су у 4 различите области/сектора:

- градска управа и планери;
- универзитет;
- малопродајни ланци, превозници и курирске службе;
- пројектанти.

Укупно је анкетирано 22 експерта, чије је просечно радно искуство преко 15 година. Структура анкетираних, према сектору, је следећа: 36% универзитет, 23% градска управа, 18% малопродаја, превозници и курирске службе и 23% саобраћајни пројектанти. Резултати примене АХП технике, приказани су у табели 6.7. На основу приказаних резултата, може се закључити да стручњаци сматрају, да су за подручје Новог Сада, у

погледу смањења негативних ефеката УТТ-а, посебно значајни УКЦ концепти који подразумевају комбиновање УКЦ-а са следећим додатним иницијативама: рестриктивне и регулаторне мере, алтернативни начини транспорта, оптимизација на оперативном нивоу и временски оквири.

Табела 6.7. Резултати рангирања додатних иницијатива за УКЦ концепте по релативном значају за смањење негативних ефеката УТТ-а

Алтернативе	Нормализована вредност и графички приказ	Ранг
Алтернативни начини транспорта	0.194143	2
Временски оквири	0.124678	4
Рестриктивне и регулаторне мере	0.201410	1
Сакупљање повратног терета	0.101050	6
Сателитски терминали	0.096741	7
Оптимизација на оперативном нивоу	0.134063	3
Услуге са додатном вредношћу	0.040217	8
Савремена ИТ решења	0.107698	5

Сходно наведеном, додатне иницијативе УЛ-е, које су најзначајније за посматрану студију случаја, су: рестриктивне и регулаторне мере, алтернативна средства УТТ-а, оптимизација на оперативном нивоу и временски оквири.

Након рангирања додатних иницијатива УЛ-е, по значају за посматрано подручје, приступа се процени утицаја различитих УКЦ концепата на ЕТ-е друмског УТТ-а. Да би се то омогућило, неопходно је прецизно дефинисати УКЦ концепте, у смислу избора конкретних додатних иницијатива УЛ-е, из најзначајнијих група иницијатива, ранжираних применом АХП технике. Према резултатима АХП анализе, на првом месту по значају су рестриктивне и регулаторне мере. Конкретне иницијативе из ове групе, које би било интересантно анализирати у погледу утицаја на ЕТ-е друмског УТТ-а, су: обезбеђивање посебних површина за заустављање доставних возила ван коловоза и формирање зона забране кретања ТТВ-има. Прва иницијатива је од интереса, због тога што директно утиче на ЕТ-е саобраћајних загушења, који имају највећи удео у укупним ЕТ-има друмског УТТ-а, а друга због тога што је у пракси широко примењивана (као и у посматраној студији случаја). Скоро подједнак значај као рестриктивне и регулаторне мере, имају и алтернативни начини транспорта терета. Када се говори о УКЦ концептима са алтернативним начинима транспорта, значајно је анализирати могућност коришћења електричних возила у Ф2 УТТ-а. Електрична доставна возила сматрају се адекватним избором, због тога што се у овој докторској дисертацији разматра примена УКЦ-а на ободу града. То значи да, транспортне удаљености од УКЦ-а до доставних зона нису превелике и да не угрожавају аутономност рада електричних возила (када је у питању град средње величине), али и да нису погодне за примену карго бицикала. Оптимизација

транспортних операција на оперативном нивоу, рангирана је, од стране експерата, на трећем месту по важности за смањење негативних ефеката друмског УТТ-а. Међутим, модел који је развијен у овој докторској дисертацији представља алат за доношење одлука на стратешком или тактичком нивоу. Због тога се он не може применити за процену утицаја оптимизације транспортних операција на оперативном нивоу. На пример, модел који је предложен у овој докторској дисертацији није могуће применити за доношење оперативних одлука, у смислу утицаја конкретне руте којом ће се терет транспортовати или утицаја конкретне локације примаоца (места истовара) на ЕТ-е УТТ-а. На крају, временски оквири за транспорт терета из УКЦ-а, такође су ранжирани као значајна иницијатива за смањење негативних ефеката УТТ-а. С тим у вези, модел за прорачун ЕТ-а примењен је на УКЦ концепту са ноћним испорукама. У табели 6.8 приказани су УКЦ концепти, чији би резултати требали да омогуће давање одговора на истраживачко питање 3 (ИП-3). Такође, идентификоване су категорије ЕТ-а на које изабране иницијативе утичу директно, како би се приказ и анализа резултата, ради прегледности, ограничила на ове категорије ЕТ-а. Увођењем зоне забране кретања за ТТВ, мења се активност свих врста теретних возила, чиме се утиче на све категорије ЕТ-а, што је и случај са увођењем концепта „УКЦ + ноћне испоруке“. Увођењем посебних површина за заустављање возила ван коловоза, директно се утиче на ЕТ-е саобраћајних загушења, а индиректно и на остале категорије ЕТ-а. Међутим, механизми индиректног утицаја нису обухваћени моделом који је развијен у овој докторској дисертацији, па је анализа утицаја ограничена на ЕТ-е саобраћајних загушења. Категорије ЕТ-а на које утиче примена електричних теретних возила су: бука, загађење ваздуха, промена климе и производња и експлоатација горива. У сваком случају, иако категорије ЕТ-а, на које посматрани УКЦ концепт не утиче (односно утиче незнатно или индиректно), неће бити анализирани, за сваки УКЦ концепт приказани су укупни ЕТ-и, да би приказ резултата био свеобухватан.

Табела 6.8. Приказ изабраних УКЦ концепата и идентификација директног утицаја на ЕТ-е друмског УТТ-а

УКЦ концепт	Б	СЗ	СН	ЗВ	ПК	ПЕГ	НЖС	Укупни ЕТ-и
УКЦ + зоне забране кретања ТТВ	×	×	×	×	×	×	×	×
УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза		×						×
УКЦ + ЛДВ на електрични погон	×			×	×	×		×
УКЦ + ноћне испоруке	×	×	×	×	×	×	×	×
Напомена: Б - Бука, СЗ - Саобраћајна загушења, СН - Саобраћајне незгоде, ЗВ - Загађење ваздуха, ПК - Промена климе, ПЕГ - Производња и експлоатација горива, НЖС - Нарушавање животне средине.								

6.3.2.3.1. УКЦ + зоне забране кретања за ТТВ

У тачки 6.1, описане су рестриктивне мере које су у претходним годинама примењене у Новом Саду. Између осталог, примењена је зона забране кретања за ТТВ. У неким претходним истраживањима (на пример, Сакіћ, Witzig, 2010), посматран је утицај потенцијалног поопштравања или ублажавања ових рестриктивних мера на генерални однос путничког и теретног транспорта у Новом Саду. Модел предложен у том раду даје квалитативне резултате у смислу промене позиције путничког и теретног транспорта услед примене рестриктивних мера. Ови резултати указују на то да се: (1) благим поопштравањем мера стање и у путничком саобраћају и у теретном транспорту погоршава, (2) драстичним поопштравањем мера стање у теретном транспорту се погоршава, а у путничком саобраћају се побољшава и (3) ублажавањем (уклањањем) постојећих мера стање у теретном транспорту се побољшава, док неке карактеристике путничког саобраћаја остају непромењене, а друге се погоршавају. У овом раду није разматран утицај рестриктивних мера на ЕТ-е УТТ-а.

У циљу конзистентне анализе утицаја зона забране кретања за ТТВ на ЕТ-е друмског УТТ-а, градско подручје најпре је подељено на прстенове (центар, прстен 1 и прстен 2), као на пример у (Ambrosini et al., 2013). На овај начин утврђено је да централно градско језгро обухвата доставне зоне 1 и 2, прстен 1 зоне 3, 4 и 5, а прстен 2 зоне 6, 7, 8, 9 и 10. Овакав начин хомогенизације доставних зона издвојиће значај увођења зона забране за ТТВ у централним зонама, у односу на зоне које су сразмерно удаљене од центра (прстен 1), па све до периферних зона (прстен 2).

Постојеће стање подразумева да је возилима преко 5 тона укупне бруто масе, кретање забрањено у централним градским зонама, односно зонама 1 и 2 (описано у тачки 6.1). Међутим, методологијом овог истраживања сва возила преко 3,5 тоне укупне бруто масе сврстана су у категорију ТТВ. Због тога имамо ситуацију, односно методолошко ограничење, да се циљна тачка значајног броја ТТВ налази у централним зонама (табела П2-4 у прилогу 2), јер се зона забране не односи на возила од 3,5 тоне до 5 тона укупне бруто масе. Према томе, када говоримо о зони забране кретања за ТТВ, то се у даљем тексту односи на возила преко 3,5 тоне укупне дозвољене бруто масе.

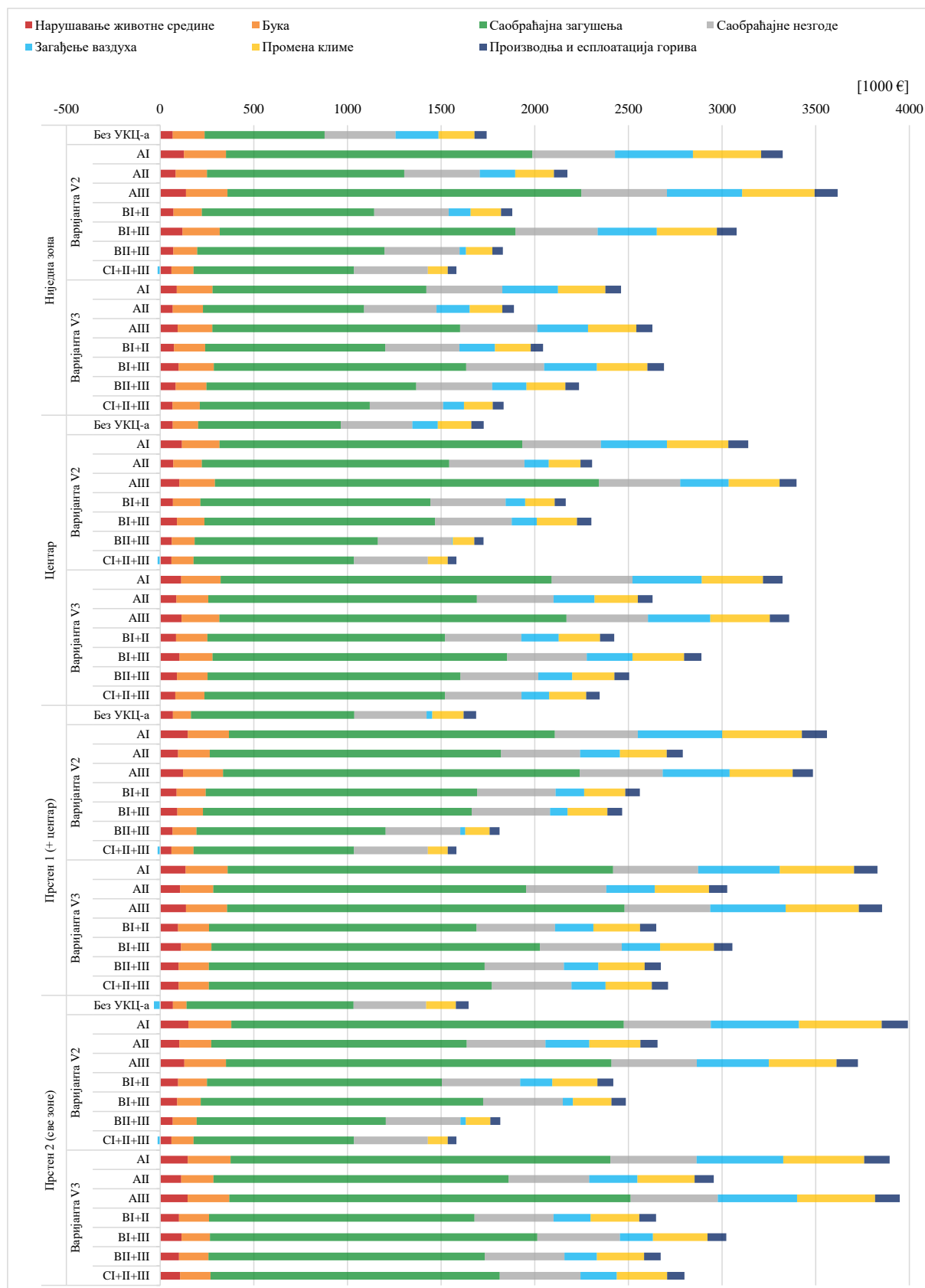
Треба приметити, да примена зоне забране кретања за ТТВ, у ширим прстеновима, подразумева да је иста иницијатива имплементирана и у ужим прстеновима. Једноставније речено, забраном кретања за ТТВ у зонама у прстену 1, забрањен је приступ и у централним зонама, а забраном у зонама у прстену 2, забрањен је приступ зонама у прстену 1 и у централним зонама. Такође, важно је истаћи да је дизајн варијанте VI привлачења теретних токова у УКЦ такав, да ТТВ не улазе у градско подручје. Због

тога је из анализе утицаја примене зона забране кретања за ТТВ изостављена комплетна VI варијанта привлачења теретних токова.

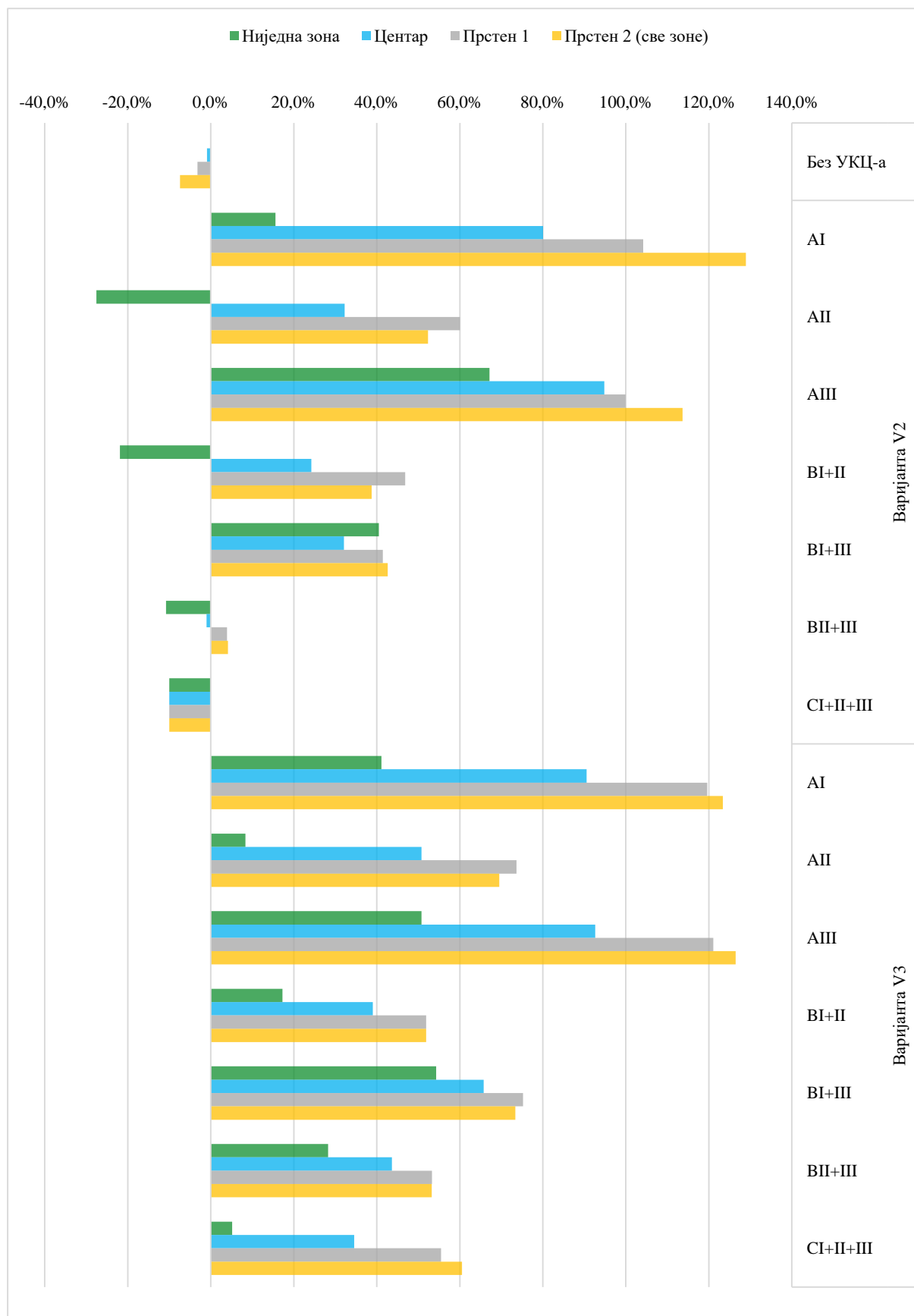
Ако се посматра утицај примене зона забране кретања за ТТВ на различите категорије ЕТ-а (слика 6.15), може се приметити да вредности ЕТ-а могу бити и негативни након примене одређених УКЦ концепата. Негативни износ ЕТ-а подразумева да су екстерне користи од примене УКЦ концепта веће од износа постојећих ЕТ-а УТТ-а, пре примене било какве иницијативе (једначина 4-11, на страни 99). Са слике 6.15, може се утврдити да користи од примене зона забране кретања за ТТВ, у два случаја (опција без УКЦ-а + забрана кретања за ТТВ у свим градским зонама и УКЦ опција $C_{I+II+III}$ за варијанту привлачења V2⁴⁴), премашују тренутне ЕТ-е загађења ваздуха.

На слици 6.16, приказан је утицај примене зоне забране кретања за ТТВ на укупне ЕТ-е друмског УТТ-а. Резултати показују да се укупни ЕТ-и повећавају, са додатним зонама забране кретања за ТТВ. То практично значи, да се екстерни утицај УТТ-а повећава са повећањем површине градског подручја коју обухватају зоне забране кретања за ТТВ.

⁴⁴ Забрана кретања за ТТВ у овом случају не утиче на ЕТ-е транспорта због тога што је дизајн варијанте привлачења теретних токова V2, у комбинацији са УКЦ опцијом $C_{I+II+III}$, такав да ТТВ не улазе у градско подручје, исто као и у случају варијанте VI за све УКЦ опције. Из тог разлога се на слици 6.15 четири пута понављају исти ЕТ-и транспорта за УКЦ опцију $C_{I+II+III}$ и варијанту привлачења V2.



Слика 6.15. Износ ЕТ-а (по категоријама) након примене концепта УКИЦ + зоне забране кретања за ТТВ у различитим деловима града



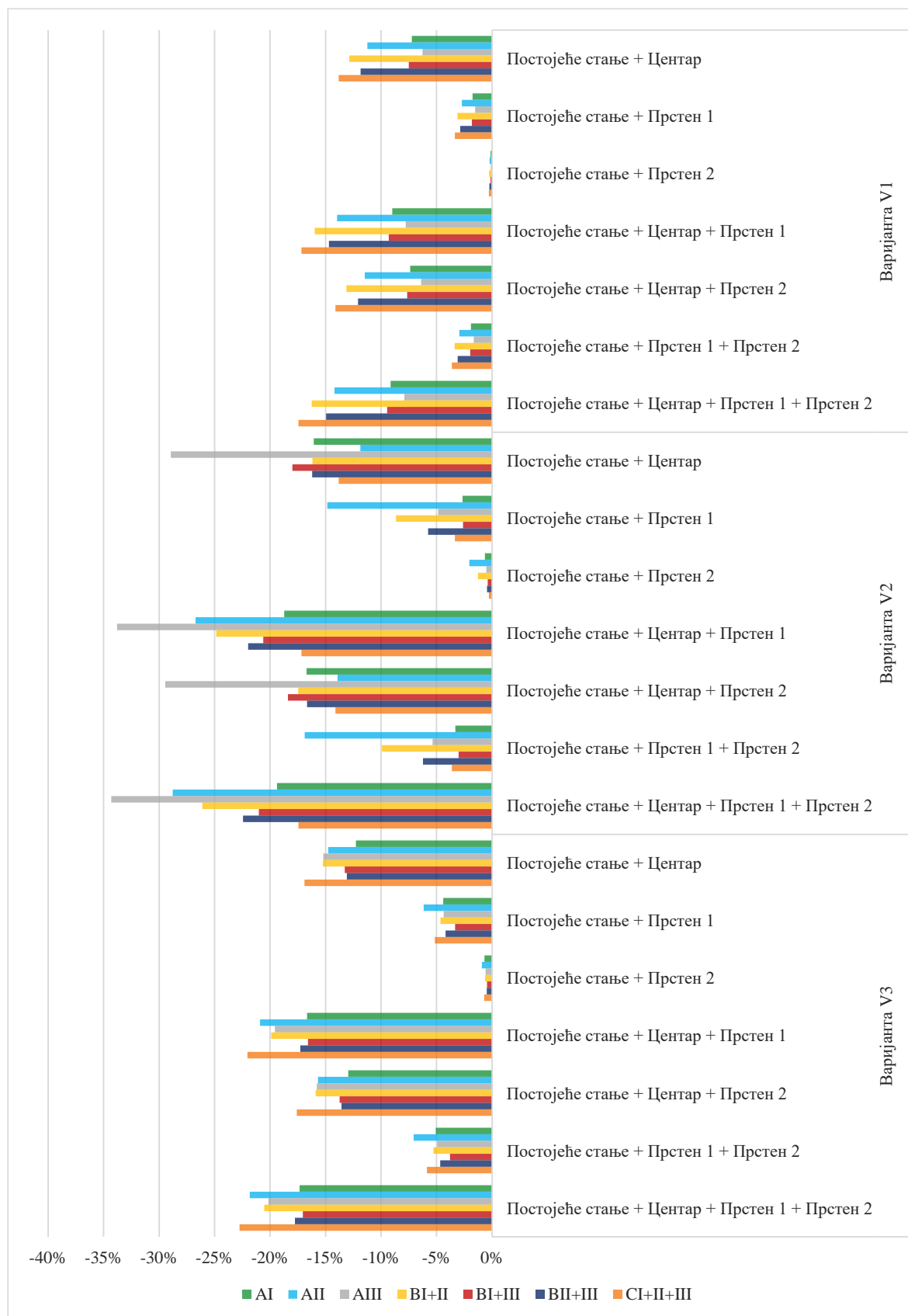
Слика 6.16. Промена укупних ЕТ-а у односу на тренутно стање након примене концепта УКЦ + зоне забране кретања за ТТВ у различитим деловима града

6.3.2.3.2. *УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила*

Како би се испитао утицај заустављања доставних возила на коловозу, на саобраћајна загушења на подручју града Новог Сада, најпре је спроведено истраживање које је објављено у научном раду (Spasić et al., 2019). Резултати истраживања показали су да временски губици осталих учесника у саобраћају, због заустављања доставног возила на коловозу, износе око 265 часова годишње код двотрачних и око 865 часова годишње код четворотрачних градских саобраћајница. Као једно од потенцијалних решења овог проблема, предлаже се обезбеђивање посебних површина за заустављање доставних возила ван коловоза. Утицај обезбеђивања посебних површина, на ЕТ-е саобраћајних загушења које генеришу доставна возила, тестиран је применом модела који је развијен у овој докторској дисертацији.

Анализа утицаја примене концепта УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила, такође је извршена на основу поделе градског подручја на прстенове, као у претходној тачки (тачка 6.3.2.3.1). Посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза, анализирани су на нивоу доставне зоне. На слици 6.17, приказан је утицај примене овог УКЦ концепта на ЕТ-е саобраћајних загушења. Вредности приказане на графикону представљају потенцијално смањење ЕТ-а саобраћајних загушења, услед увођења овог концепта, са посебним површинама у различитим деловима града. Као референтна вредност, у односу на коју се мери промена ЕТ-а, посматра се постојеће стање. Постојеће стање представља ситуацију у којој су, у доставним зонама 5, 6 и 7, претежно обезбеђене посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза, због тога што ове зоне нису густо насељене, док у осталим доставним зонама то није случај. Резултати показују да смањење ЕТ-а саобраћајних загушења (доминантне категорије ЕТ-а), може да износи преко 30% након увођења овог концепта.

Посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза, посебно су значајне у историјски наслеђеним централним градским зонама, због тога што су конфликти између доставних возила са пешацима и другим возилима много чешћи и израженији (Buerklen, 2019). Ову тврдњу доказују резултати приказани на слици 6.17. За све опције консолидације и у све три варијанте привлачења теретних токова, може се приметити тренд све мањег смањења ЕТ-а, са удаљавањем од централне градске зоне. Најмањи ефекат смањења постиже се обезбеђивањем посебних површина за заустављање доставних возила ван коловоза у периферним градским зонама (прстен 2). Због тога, најбоље резултате даје комбинација посебних површина у централним зонама и зонама у првом прстену.



Слика 6.17. Промена ЕТ-а саобраћајних загушења у односу на постојеће стање након примене концепта УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила ван КОЛОВОЗА

У табели 6.9, приказане су процентуалне вредности промене укупних ЕТ-а, у односу на тренутно стање (без УКЦ-а и са постојећим стањем посебних површина за заустављање возила ван коловоза), услед увођења различитих варијанти концепта УКЦ + посебне површине за заустављање возила ван коловоза. Из приказаних вредности, јасно се може видети да ефекат заједничке примене две иницијативе може да даје боље резултате, у односу на појединачну примену две иницијативе. Смањење ЕТ-а друмског УТТ-а, услед примене УКЦ иницијативе (без обезбеђивања посебних површина за заустављање доставних возила ван коловоза), креће се до -27,5%, а смањење услед примене посебних површина (без УКЦ-а) до -4,7%. Заједнички ефекат комбиноване примене ове две иницијативе даје смањење од највише -36,7%.

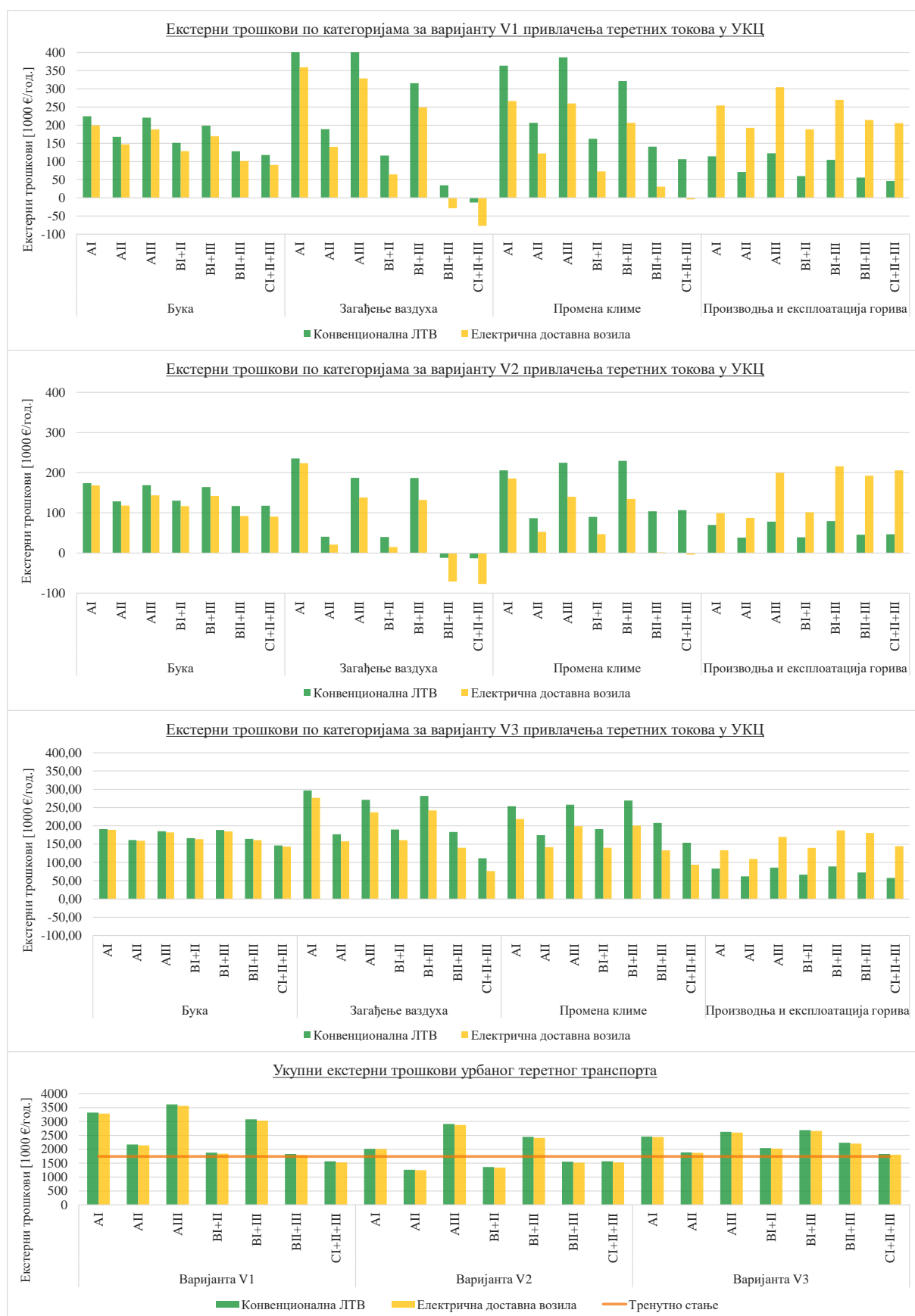
Табела 6.9. Промена укупних ЕТ-а у односу на тренутно стање за различите концепте УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза

		Подручја у којима се уводе посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза приликом опслуживања примаоца						
		Постојеће стање						
УКЦ опција	Постојеће стање	+						
		Центар	Прстен 1	Прстен 2	Центар + Прстен 1	Центар + Прстен 2	Прстен 1 + Прстен 2	Центар + Прстен 1 + Прстен 2
Без УКЦ-а	0,0%	-2,9%	-1,5%	-0,3%	-4,4%	-3,2%	-1,8%	-4,7%
Варијанта V1	A _I	90,6%	83,8%	89,0%	90,5%	82,2%	83,7%	88,8%
	A _{II}	24,7%	17,9%	23,0%	24,5%	16,2%	17,8%	22,9%
	A _{III}	107,4%	100,6%	105,8%	107,3%	99,0%	100,5%	105,6%
	B _{I+II}	7,8%	1,0%	6,2%	7,7%	-0,6%	0,9%	6,0%
	B _{I+III}	76,5%	69,7%	74,8%	76,4%	68,1%	69,6%	74,7%
	B _{II+III}	5,0%	-1,8%	3,3%	4,8%	-3,5%	-2,0%	3,2%
	C _{I+II+III}	-10,0%	-16,8%	-11,6%	-10,1%	-18,4%	-16,9%	-11,8%
Варијанта V2	A _I	15,6%	7,6%	14,3%	15,3%	6,3%	7,3%	13,9%
	A _{II}	-27,5%	-31,3%	-32,2%	-28,2%	-36,0%	-32,0%	-32,9%
	A _{III}	67,2%	38,2%	62,3%	66,7%	33,3%	37,7%	61,8%
	B _{I+II}	-21,9%	-27,8%	-25,1%	-22,4%	-31,0%	-28,3%	-25,5%
	B _{I+III}	40,5%	27,2%	38,6%	40,2%	25,3%	26,9%	38,3%
	B _{II+III}	-10,8%	-18,7%	-13,6%	-11,0%	-21,5%	-18,9%	-13,9%
	C _{I+II+III}	-10,0%	-16,8%	-11,6%	-10,1%	-18,4%	-16,9%	-11,8%
Варијанта V3	A _I	41,1%	33,1%	38,2%	40,7%	30,2%	32,6%	37,8%
	A _{II}	8,4%	1,1%	5,3%	7,9%	-2,0%	0,6%	4,9%
	A _{III}	50,7%	39,2%	47,4%	50,3%	35,9%	38,8%	47,0%
	B _{I+II}	17,3%	8,9%	14,7%	16,9%	6,3%	8,5%	14,4%
	B _{I+III}	54,3%	44,1%	51,7%	54,0%	41,5%	43,7%	51,4%
	B _{II+III}	28,3%	19,9%	25,6%	27,9%	17,2%	19,5%	25,3%
	C _{I+II+III}	5,2%	-3,6%	2,5%	4,8%	-6,3%	-4,0%	2,1%

6.3.2.3.3. УКЦ + електрична локална доставна возила

Анализа утицаја примене концепта УКЦ + електрична ЛДВ на ЕТ-е друмског УТТ-а, заснива се на избору возног парка у Ф2 УТТ-а, односно возног парка за доставу терета из УКЦ-а. У циљу упоредне анализе, узете су у обзир две хомогене структуре возног парка ЛДВ: конвенционална ЛТВ и електрична возила. Појединачне категорије ЕТ-а на које примена овог концепта утиче, како је раније описано у табели 6.8, су ЕТ-и: буке, загађења ваздуха, промене климе и производње и експлоатације горива. На слици 6.18, може се приметити да се применом електричних ЛДВ-а ЕТ-и буке, загађења ваздуха и промене климе смањују (смањење је најизраженије у погледу ЕТ-а промене климе), док се ЕТ-и производње и експлоатације горива значајно повећавају. Са аспекта локалних доносилаца одлука и других актера УЛ-е, ово је повољна ситуација, због тога што се смањују ЕТ-и буке и загађења ваздуха који су локалног карактера. Са друге стране, повећавају се ЕТ-и производње и експлоатације горива, чији утицај је више регионалан и/или глобалан.

Када се посматрају укупни ЕТ-и, може се закључити да је повећање трошкова производње и експлоатације горива мање у односу на смањење осталих категорија ЕТ-а. Такав закључак доноси се на основу слике 6.18, где се јасно види да се укупни ЕТ-и смањују у свим УКЦ опцијама и свим варијантама привлачења теретних токова у УКЦ. На крају, може се издвојити резултат да су најнижи укупни ЕТ-и у опцији *АII* са варијантом привлачења терета *V2* и возним парком ЛДВ-а на електрични погон. Резултати примене електричних возила за доставу терета из УКЦ-а, показују просечно смањење укупних ЕТ-а само за око 2%. Међутим, детаљнијом анализом карактеристика негативних екстерналија, утврђено је да су ефекти ове иницијативе за достизање циљева одрживог УТТ-а много значајнији. Наиме, две категорије ЕТ-а на које утиче примена електричних возила, могу се окарактерисати као локално значајне (бука и загађење ваздуха), а друге две (промена климе и производња и експлоатација горива), као регионално и/или глобално значајне. У складу са оваквом поделом извршена је анализа промене ЕТ-а услед примене ЛДВ-а на електрични погон. У табели 6.10, приказани су резултати ове анализе, на основу којих се може закључити да се ЕТ-и локалног карактера могу значајно смањити (чак и до -87%). Ови резултати оправдавају значај и атрактивност примене електричних теретних возила за доставу терета у градским подручјима.



Слика 6.18. Утицај избора доставног возног парка УКЦ-а

Табела 6.10. Процентуална промена ЕТ-а према врсти утицаја негативне екстерналије услед примене електричних ЛДВ-а за транспорт терета из УКЦ-а

Врста утицаја негативне екстерналије	Варијанте привлачења теретних токова у УКЦ	УКЦ опције						
		A_I	A_{II}	A_{III}	B_{I+II}	B_{I+III}	B_{II+III}	$C_{I+II+III}$
Локални	Варијанта V1	-13%	-19%	-17%	-28%	-19%	-56%	-87%
	Варијанта V2	-4%	-18%	-21%	-23%	-22%	-80%	-87%
	Варијанта V3	-5%	-6%	-8%	-9%	-9%	-14%	-15%
Регионални / Глобални	Варијанта V1	9%	13%	11%	18%	12%	24%	32%
	Варијанта V2	3%	12%	12%	15%	13%	30%	32%
	Варијанта V3	5%	6%	7%	9%	8%	12%	12%

6.3.2.3.4. УКЦ + ноћне испоруке

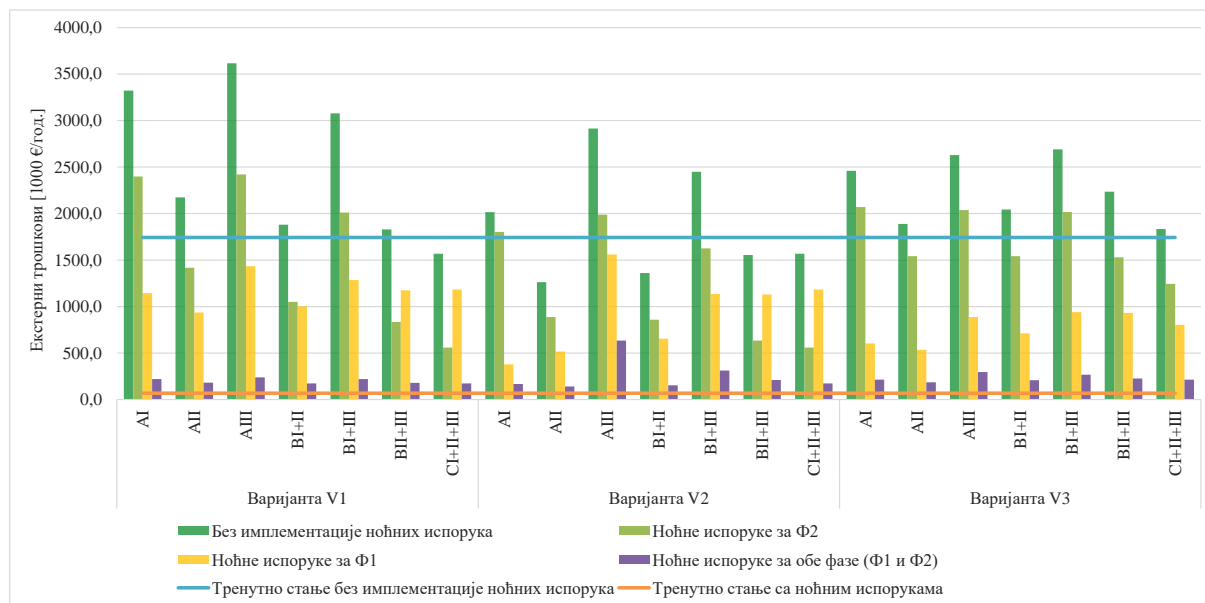
Временски оквири за испоруке у градском подручју, могу се реализовати на два начина: применом рестриктивних мера у градском подручју од стране градског регулаторног тела за саобраћај и стратегијом УКЦ-а да се испоруке реализују у одређеним временским оквирима (независно од постојања рестриктивних временских оквира). Из тог разлога је корисна раније уведена подела система УТТ-а на две фазе (Ф1 и Ф2). Рестриктивним мерама, у смислу дефинисања временских оквира за доставу у градском подручју, утиче се на ЕТ-е у обе фазе УТТ-а, јер се такве рестриктивне мере примењују на целокупни саобраћај у граду, по дефинисаним критеријумима. Са друге стране, стратегија испоруке из УКЦ-а, у одређеним временским оквирима, утиче само на теретне токове који се транспортују из УКЦ-а, односно на Ф2 УТТ-а.

Анализа се спроводи тако да се најпре посматра премештање ЛДВ-а (Ф2 УТТ-а) у ноћне периоде, затим премештање возила која врше директну доставу (Ф1 УТТ-а)⁴⁵, а на крају и узајамни утицај премештања теретних токова за обе фазе УТТ-а (Ф1+Ф2).

На слици 6.19, приказана је промена укупних ЕТ-а у зависности од начина реализације временских оквира. Генерални закључак је да иницијатива ноћних испорука веома ефикасно смањује ЕТ-е друмског УТТ-а, јер смањење укупних ЕТ-а може да буде и до 96% (у односу на тренутно стање). Максимално смањење укупних ЕТ-а у случају увођења концепта УКЦ + ноћне испоруке у Ф2 УТТ-а износи 64% за УКЦ опцију $C_{I+II+III}$ са варијантама V1 и V2 привлачења теретних токова, у случају увођења овог концепта у Ф1 УТТ-а износи 81%, а у случају увођења у обе фазе УТТ-а (Ф1+Ф2) износи 93%.

⁴⁵ За тренутно стање УТТ-а то значи да премештање теретних токова у ноћне периоде утиче на све теретне токове, а за различите УКЦ опције значи да утиче само на возила у Ф1 УТТ-а (ЛДВ у том случају достављају робу у току дана).

Наравно, поставља се питање практичне изводљивости пребацивања свих теретних токова у ноћне периоде. Због специфичности, специјалних захтева и ограничења која постављају примаоци, као и различитих врста пошилака, практично је немогуће све испоруке вршити ноћу, па овакве резултате треба тумачити са одређеном резервом.



Слика 6.19. Утицај примене концепта УКЦ + ноћне испоруке на укупне ЕТ-е друмског УТТ-а

6.3.2.3.5. *УКЦ + више од једне додатне иницијативе*

УКЦ концепти нису ограничени на једну додатну иницијативу УЛ-е, што значи да се они могу састојати из комбинације више иницијатива. У овој докторској дисертацији изабране су четири додатне иницијативе за формирање УКЦ концепта, које су и приказане у претходна четири поглавља. Према томе, различите комбинације ових иницијатива омогућавају дефинисање шест УКЦ концепта са две додатне иницијативе, четири УКЦ концепта са три додатне иницијативе и један УКЦ концепт са све четири додатне иницијативе и то:

- УКЦ концепти са две додатне иницијативе:
 - УКЦ + зона забране + посебне површине;
 - УКЦ + ноћне испоруке + посебне површине;
 - УКЦ + електрична ЛДВ + посебне површине;
 - УКЦ + ноћне испоруке + зоне забране;
 - УКЦ + електрична ЛДВ + зоне забране;
 - УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке;
- УКЦ концепти са три додатне иницијативе:
 - УКЦ + ноћне испоруке + зоне забране + посебне површине;

- УКЦ + електрична ЛДВ + зоне забране + посебне површине;
- УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + посебне површине;
- УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + зоне забране;
- УКЦ концепт са четири додатне иницијативе:
 - УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + зоне забране + посебне површине.

Због великог броја различитих сценарија увођења УКЦ концепата, опција консолидације и варијанти привлачења теретних токова у УКЦ, резултати различитих сценарија примене модела, за УКЦ концепте са више од једне иницијативе, приказани су у прилогу 5. У табели 6.11 приказани су сумарни резултати медијане промене ЕТ-а у односу на тренутно стање, за све комбинације иницијатива.

Табела 6.11. Вредности медијане промене ЕТ-а у односу на тренутно стање у зависности од броја и комбинације изабраних иницијатива (изражене у 1.000 €/год.)

Број иницијатива у УКЦ решењу	Комбинација иницијатива*	Варијанта VI						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
1	A	1579,8	430,4	1873,0	136,2	1333,7	86,5	-174,3
2	A+B	-183,3	-765,7	71,2	-898,3	-239,4	-818,4	-961,9
2	A+C	1579,8	430,4	1873,0	136,2	1333,7	86,5	-174,3
2	A+D	-598,4	-807,0	-308,6	-740,3	-457,6	-908,6	-1185,3
2	A+E	1541,0	398,0	1822,7	101,0	1288,5	44,0	-217,3
3	A+B+C	1461,4	312,0	1754,6	17,8	1215,3	-31,9	-292,7
3	A+B+D	-716,8	-925,4	-427,0	-858,6	-576,0	-1027,0	-1303,7
3	A+B+E	1422,6	279,6	1704,3	-17,3	1170,2	-74,4	-335,7
3	A+C+D	-598,4	-807,0	-308,6	-740,3	-457,6	-908,6	-1185,3
3	A+C+E	1541,0	398,0	1822,7	101,0	1288,5	44,0	-217,3
3	A+D+E	-637,2	-839,4	-358,8	-775,4	-502,7	-988,9	-1266,1
4	A+B+C+D	-716,8	-925,4	-427,0	-858,6	-576,0	-1027,0	-1303,7
4	A+B+C+E	1422,6	279,6	1704,3	-17,3	1170,2	-74,4	-335,7
4	A+B+D+E	-755,6	-957,8	-477,2	-904,9	-621,1	-1107,3	-1384,5
4	A+C+D+E	-637,2	-839,4	-358,8	-775,4	-502,7	-988,9	-1266,1
5	A+B+C+D+E	-755,6	-957,8	-477,2	-904,9	-621,1	-1107,3	-1384,5
		Варијанта V2						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
1	A	271,5	-480,1	1171,1	-382,1	705,8	-188,5	-174,3
2	A+B	-961,0	-1269,6	-296,7	-1188,3	-592,5	-987,8	-961,9
2	A+C	1816,2	912,1	1741,6	676,1	722,7	68,1	-174,3

2	A+D	-1363,8	-1226,5	-182,8	-1088,7	-608,3	-1108,7	-1185,3
2	A+E	262,9	-495,1	1134,1	-401,8	670,1	-227,8	-217,3
3	A+B+C	1634,4	688,0	1610,9	491,2	520,1	-76,6	-292,7
3	A+B+D	-1503,0	-1308,7	-688,2	-1192,1	-839,8	-1246,7	-1303,7
3	A+B+E	123,7	-577,3	628,7	-505,2	438,6	-365,8	-335,7
3	A+C+D	-664,5	-627,8	-66,8	-624,8	-402,2	-938,6	-1185,3
3	A+C+E	1781,0	880,7	1695,4	641,4	678,8	25,4	-217,3
3	A+D+E	-1372,4	-1241,6	-219,9	-1108,3	-644,0	-1183,2	-1266,1
4	A+B+C+D	-727,5	-796,6	-356,2	-743,9	-615,0	-1083,5	-1303,7
4	A+B+C+E	1599,2	656,6	1561,3	456,6	483,1	-119,3	-335,7
4	A+B+D+E	-1511,6	-1323,7	-725,2	-1211,8	-875,5	-1321,2	-1384,5
4	A+C+D+E	-691,9	-654,5	-116,4	-654,6	-464,6	-1018,2	-1266,1
5	A+B+C+D+E	-764,0	-830,1	-405,8	-779,9	-668,1	-1163,2	-1384,5

		Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
1	A	716,8	145,6	884,7	301,2	946,8	492,7	89,8
2	A+B	-700,9	-977,6	-554,6	-880,5	-511,8	-722,5	-939,4
2	A+C	2085,9	1212,3	2110,7	904,4	1279,4	928,2	967,6
2	A+D	-1139,5	-1209,8	-856,7	-1030,6	-802,8	-811,3	-940,4
2	A+E	701,3	131,5	860,4	280,4	918,9	463,0	65,4
3	A+B+C	1793,7	965,8	1831,9	684,5	1096,3	745,9	748,9
3	A+B+D	-1279,6	-1336,8	-1057,6	-1177,3	-981,4	-957,9	-1093,7
3	A+B+E	561,2	4,6	659,5	133,7	740,2	316,4	-87,9
3	A+C+D	-488,0	-706,4	-203,5	-673,0	-383,2	-508,7	-425,4
3	A+C+E	2050,9	1181,1	2065,0	870,5	1234,5	886,8	926,6
3	A+D+E	-1154,9	-1223,9	-881,0	-1051,4	-830,7	-841,1	-964,9
4	A+B+C+D	-691,3	-858,8	-455,5	-849,8	-605,4	-670,3	-644,8
4	A+B+C+E	1758,7	934,5	1786,2	650,6	1051,4	705,8	707,9
4	A+B+D+E	-1295,1	-1350,8	-1081,9	-1198,1	-1009,4	-987,6	-1118,2
4	A+C+D+E	-525,8	-737,7	-251,7	-706,8	-425,4	-548,8	-466,4
5	A+B+C+D+E	-729,1	-890,2	-490,3	-883,6	-646,5	-711,6	-688,4

*Ознаке приказане у табели представљају следеће иницијативе:

A – УКЦ иницијатива, B – посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза; C – зоне забране за ТТВ; D – ноћне доставе; E – електрична доставна возила.

У циљу анализе резултата примењене су одређене статистичке методе. Да би се детаљније испитао утицај комбинације различитих иницијатива УЛ-е, са УКЦ-ом у централној улози, спроведена је анализа корелације између броја примењених иницијатива (од једне до пет иницијатива) у УКЦ концептима и вредности ЕТ-а за сваку УКЦ опцију (број и локација УКЦ-а) и варијанту привлачења теретних токова. Резултати такве анализе приказани су у табели 6.12. Притом, израчунат је Спирманов коефицијент корелације рангова и одговарајући тест значајности коефицијента, који је представљен *t*-статистиком и *p*-вредношћу. Подебљане (болдоване) су статистички значајне негативне корелације, што значи да је у тим ситуацијама уочена значајна веза између повећања броја иницијатива у УКЦ концептима и смањења ЕТ-а. Најбољи резултати су добијени

код варијанте *VI* привлачења теретних токова, где је на свим локацијама значајна корелација, док код варијанте *V3* ни на једној локацији нема значајне корелације.

Табела 6.12. Резултати анализе корелације између броја примењених иницијатива у УКЦ концептима и вредности ЕТ-а (приказане су вредности медијане промене ЕТ-а услед различитих сценарија увођења иницијатива)

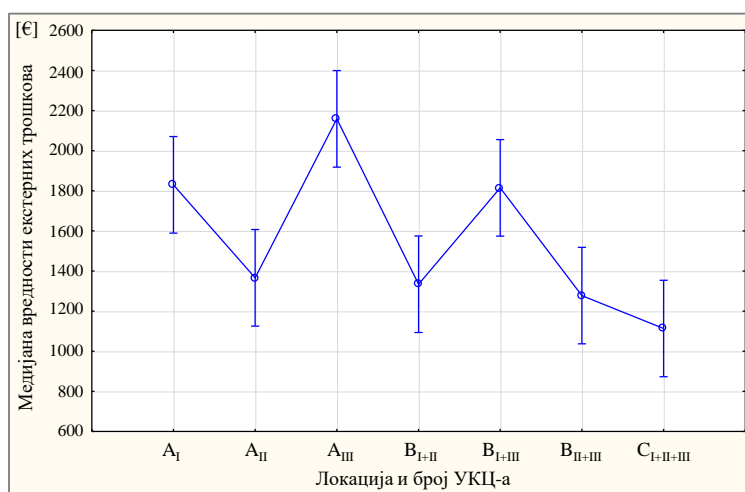
УКЦ опција (број и локација)	Варијанта привлачења теретних токова у УКЦ	Спирманов коефицијент корелације	<i>t</i> -статистика (14 степени слободе)	<i>p</i> -вредност
<i>A_I</i>	Варијанта <i>VI</i>	-0,701558	-3,68362	0,002456*
<i>A_{II}</i>		-0,701558	-3,68362	0,002456*
<i>A_{III}</i>		-0,701558	-3,68362	0,002456*
<i>B_{I+II}</i>		-0,593626	-2,76008	0,015338*
<i>B_{I+III}</i>		-0,701558	-3,68362	0,002456*
<i>B_{II+III}</i>		-0,701558	-3,68362	0,002456*
<i>C_{I+II+III}</i>		-0,701558	-3,68362	0,002456*
<i>A_I</i>	Варијанта <i>V2</i>	-0,245429	-0,94728	0,359559
<i>A_{II}</i>		-0,230089	-0,88465	0,391285
<i>A_{III}</i>		-0,406491	-1,66469	0,118186
<i>B_{I+II}</i>		-0,230089	-0,88465	0,391285
<i>B_{I+III}</i>		-0,536875	-2,38105	0,032009*
<i>B_{II+III}</i>		-0,383482	-1,55364	0,142580
<i>C_{I+II+III}</i>		-0,701558	-3,68362	0,002456*
<i>A_I</i>	Варијанта <i>V3</i>	-0,283777	-1,10732	0,286820
<i>A_{II}</i>		-0,245429	-0,94728	0,359559
<i>A_{III}</i>		-0,245429	-0,94728	0,359559
<i>B_{I+II}</i>		-0,283777	-1,10732	0,286820
<i>B_{I+III}</i>		-0,314456	-1,23946	0,235551
<i>B_{II+III}</i>		-0,245429	-0,94728	0,359559
<i>C_{I+II+III}</i>		-0,245429	-0,94728	0,359559

Напомена: * $p < 0.05$

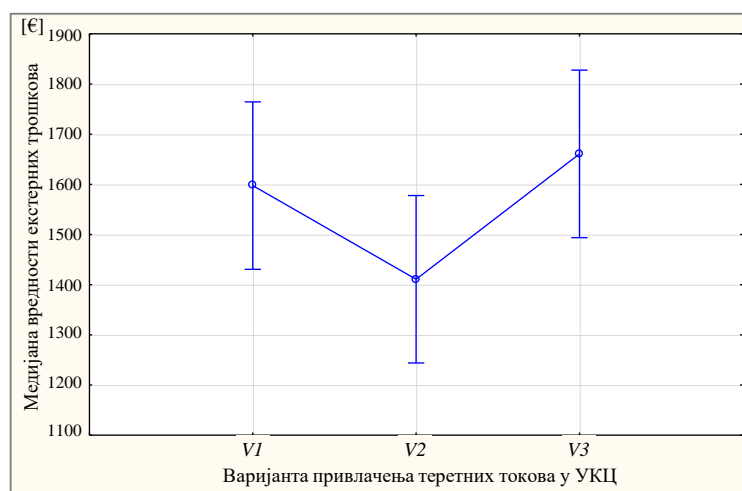
У циљу детаљније анализе примењена је метода анализе варијансе и испитан је симултани утицај три категоричка фактора (локација и број УКЦ-а, варијанта привлачења терета у УКЦ и број иницијатива у УКЦ концепту. Резултати су приказани у табели 6.13. На основу тога може се закључити да постоји статистички веома значајан утицај ($p < 0,01$) фактора „број иницијатива“ и „УКЦ опција“ (подебљане вредности), док утицај фактора „варијанта привлачења терета у УКЦ“ није статистички значајан на нивоу значајности 0,05, али јесте на нивоу значајности 0,1. На сликама 6.20, 6.21 и 6.22 приказани су графикони дистрибуције резултата по факторима. Вертикални стубови на овим сликама означавају интервал поузданости 0,95.

Табела 6.13. Резултати анализе варијансе фактора број иницијатива, УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова у УКЦ

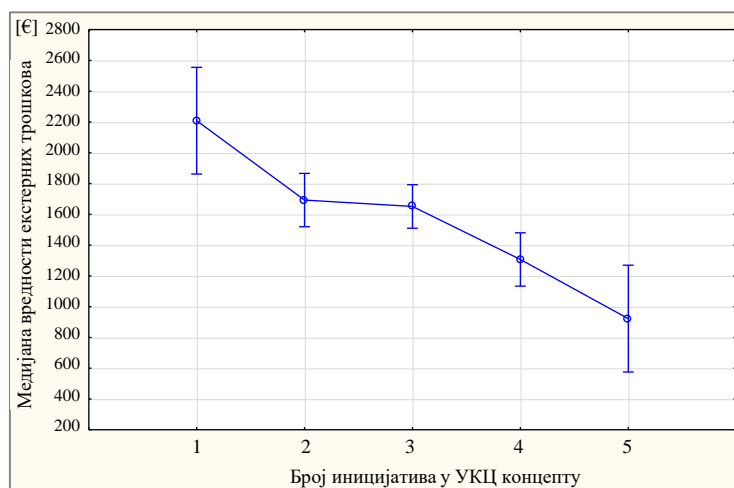
	Степени слободе	Средња вредност трошкова - SS	Средња вредност трошкова - MS	f -статистика	p -вредност
Пресек	1	476870621	476870621	730,8631	0,00000
Број иницијатива	4	25284361	6321090	9,6879	0,00000*
Варијанта	2	3780315	1890157	2,8969	0,05663
УКЦ опција	6	41459415	6909902	10,5903	0,00000*
Грешка	323	210749753	652476		
Укупно	335	281273844			

Напомена: * $p < 0.01$ 

Слика 6.20. Анализа варијансе за медијану вредности ЕТ-а у зависности од УКЦ опције (броја и локације УКЦ-а)



Слика 6.21. Анализа варијансе за медијану вредности ЕТ-а у зависности од варијанте привлачења теретних токова у УКЦ



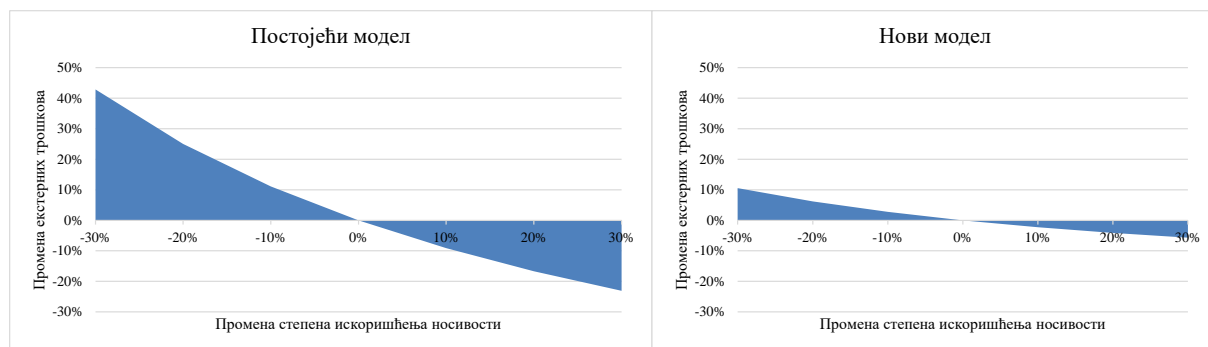
Слика 6.22. Анализа варијансе за медијану вредности ЕТ-а у зависности од броја иницијатива у УКЦ концепту

6.4. Анализа осетљивости модела

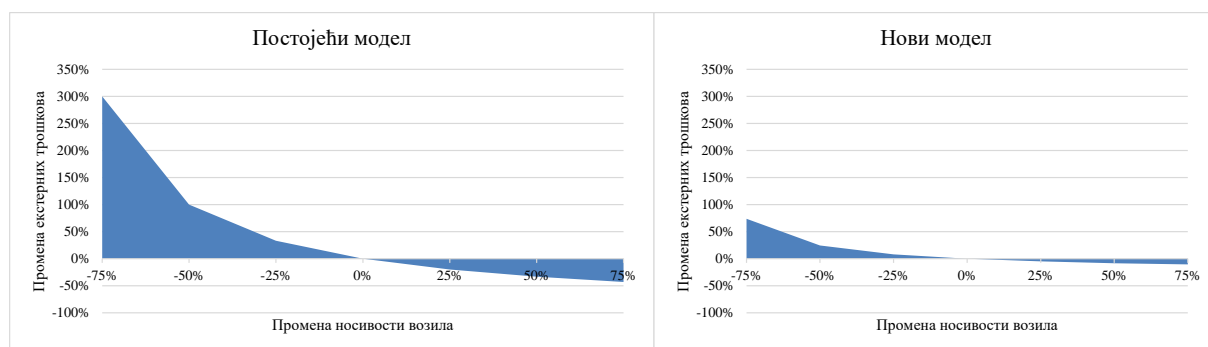
У овој тачки спроведена је анализа осетљивости предложеног модела. Анализа осетљивости спроводи се са циљем да се утврди осетљивост излазних резултата модела на промену (повећање или смањење) кључних параметара модела.

Анализа осетљивости модела подразумева промену једног од кључних параметара модела, у циљу одређивања осетљивости излазних резултата модела на промене. Према томе, анализа осетљивости спроводи се тако што се врши промена једног од параметара (смањење и повећање), при чему су остали параметри фиксни, како би се одредиле граничне вредности промене излазних вредности модела. Да би се утврдило колико је одређена осетљивост модела значајна, извршена је упоредна анализа осетљивости новог модела са осетљивошћу аналитичког модела за прорачун ЕТ-а друмског транспорта из рада (Janic, 2007).

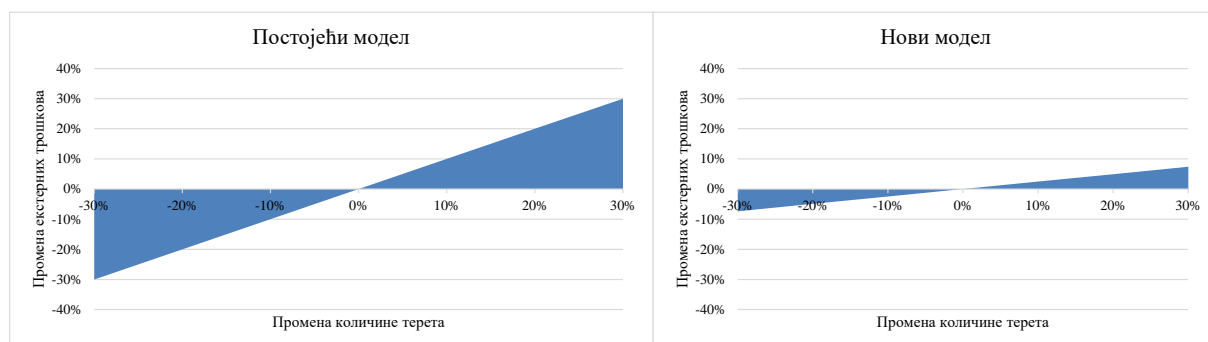
Упоредна анализа осетљивости два модела извршена је променом кључних параметара који су заједнички за оба модела. На сликама 6.23, 6.24 и 6.25, приказани су резултати анализе осетљивости модела на промену три величине које се јављају у оба модела и то: искоришћење носивости возила, величина возила и укупна количина терета, респективно.



Слика 6.23. Осетљивост модела на промену просечног искоришћења носивости ЛДВ



Слика 6.24. Осетљивост модела на промену величине (укупне носивости) ЛДВ-а



Слика 6.25. Осетљивост модела на промену укупне количине терета

Упоредна анализа осетљивости два модела, приказана на сликама 6.21, 6.22 и 6.23, указује на то да се ЕТ-и друмског УТТ-а, променом независних променљивих, исто понашају. То је један од показатеља који указује да се математичке једнакости, у оба модела, заснивају на истим принципима и теоријским поставкама. Такође, на све три слике се може приметити, да су излазни резултати модела из рада (Janić, 2007) осетљивији на промене улазних величина и кључних параметара, од модела предложеног у овој докторској дисертацији. То је вероватно резултат знатно мањег броја променљивих (зависних) величина у моделу Јанића, што излазни резултат чини веома осетљивим на промене једне величине.

Ако се на сликама 6.23, 6.24 и 6.25 посматра само осетљивост модела који је развијен у овој докторској дисертацији, може се закључити да су ЕТ-и друмског УТТ-а најосетљивији на промену просечног искоришћења носивости ЛДВ-а. Такав резултат указује на то да се променом овог параметра могу најбрже постићи жељени резултати, у смислу смањења ЕТ-а друмског УТТ-а. Према томе, овакви резултати још једном потврђују значај правилног избора возног парка ЛДВ-а, у смислу контроле и смањења наведених ЕТ-а. Поред тога, на слици 6.24 може се видети да са смањењем носивости ЛДВ-а (која је у моделу подешена на 3,5 тоне) укупни ЕТ-и расту, а посебно нагло када се носивост преполови. На крају, зависност између количине транспортованог терета и ЕТ-а директно је пропорционална (слика 6.25), па се са смањењем количине терета смањују и ЕТ-и друмског УТТ-а и обрнуто.

Применом модела из (Јајић, 2007) на студији случаја града Новог Сада, за тренутно стање УТТ-а, добијен је износ од 1,13 милиона евра ЕТ-а годишње, што је за трећину (-35%) нижа вредност од вредности која је добијена применом модела предложеног у овој докторској дисертацији (табела 6.3 на страни 156). Међутим, основна намена оба модела веома се разликује. Модел из (Јајић, 2007) намењен је за прорачун укупних трошкова и упоредну анализу видовне расподеле токова на мреже друмског и интермодалног транспорта. Према томе, модел из (Јајић, 2007) првенствено је намењен за прорачун ЕТ-а целокупних ланаца снабдевања, јер не обухвата специфичности УТТ-а (карактеристике доставних зона, разлике по фазама УТТ-а и тако даље), за разлику од модела који је предложен у овој докторској дисертацији. Са друге стране, основна намена модела развијеног у овој докторској дисертацији је да служи као подршка при доношењу одлука у УЛ-и. Основне карактеристике модела (и-ц матрице, параметри теретних токова и тако даље) дефинисане су на основу карактеристика система УТТ-а. Због тога се, модел који је предложен у овој докторској дисертацији, не може применити за прорачун ЕТ-а у појединачним ланцима снабдевања, јер у основи узима у обзир специфичности УТТ-а.

Такође, предност новог модела, предложеног у овој докторској дисертацији, јесте то што се транспортни и економски аспекти интегришу у један модел. То значи да овај модел представља свеобухватно решење за процену утицаја увођења УКЦ решења на ЕТ-е друмског УТТ-а. Ту се, пре свега, мисли на одређене инфраструктурне, организационе и регулаторне мере, које се могу применити са циљем уређења УТТ-а. Модел који је предложен у (Јајић, 2007) представља економско-аналитички модел, који служи само за прорачун генерисаних ЕТ-а, када су транспортне активности познате. Тачније, да би се модел применио неопходно је: (1) имати доступне податке, за изабрану студију случаја, у виду реализованих возило-километара или тонских-километара у друмском УТТ-у или (2) применити неки од постојећих транспортних модела у циљу одређивања активности друмских возила у УТТ-у. Модел који је предложен у овој докторској дисертацији

представља спрегу модела потражње у УТТ-у и аналитичког модела за прорачун ЕТ-а, односно једно свеобухватно решење за процену утицаја УКЦ решења на ЕТ-е друмског УТТ-а. С тим у вези, презентовани су резултати прорачуна ЕТ-а применом модела предложеног у овој докторској дисертацији, на различитим концептима, опцијама и варијантама УТТ-а: увођење УКЦ-а, увођење зона забране за кретање ТТВ, обезбеђивање посебних површина за заустављање доставних возила ван коловоза при опслуживању корисника транспортних услуга и слично.

Предложени модел даје резултате са мањом осетљивошћу на промене појединих параметара и величина од других постојећих модела у литератури.

6.5. Анализа резултата и дискусија

Применом модела на студији случаја добијени су резултати о количини ЕТ-а друмског УТТ-а у Новом Саду. Најважнији резултати приказани су у тачки 6.3, а комплетни резултати дати су у прилогу 5. На основу изложене проблематике, прегледа литературе и приказаних резултата примене предложеног модела на студији случаја, у овој тачки приказана је анализа и дискусија резултата.

Резултати за тренутно стање ЕТ-а друмског УТТ-а за пример Новог Сада (табела 6.3 на страни 156), показују да се као најзначајнија категорија издвајају ЕТ-и саобраћајних загушења, који чине више од трећине укупних ЕТ-а (36,8%), док су на другом месту ЕТ-и саобраћајних незгода (21,7%). Након тога следе ЕТ-и загађења ваздуха (13,2%), промене климе (11,0%), буке (9,7%), нарушавања животне средине (3,9%) и производње и експлоатације горива (3,8%). Упоредном анализом ових резултата и резултата процене ЕТ-а транспорта у студији (van Essen et al., 2019), може се утврдити да је редослед значаја категорија ЕТ-а веома сличан. Према њиховим резултатима, ЕТ-и саобраћајних незгода значајнији су од ЕТ-а саобраћајних загушења. Међутим, важно је нагласити да се процене, у цитираној студији (van Essen et al., 2019), односе на национални ниво. То је основни разлог разлике у редоследу значаја категорија ЕТ-а, у односу на резултате из ове докторске дисертације, који су локалног карактера.

Резултати количине ЕТ-а УТТ-а, у случају примене УКЦ иницијативе, приказани су раније у табели 6.4. На основу тих резултата формирана је табела 6.14, из које се може видети да се, у већини опција консолидације теретних токова, ЕТ-и не смањују, већ напротив, да се повећавају. Највећи утицај на овакве резултате имају ЕТ-и саобраћајних загушења, који се у неким опцијама знатно повећавају, углавном због повећаног броја малих доставних возила у градском подручју. Међутим, опција консолидације са УКЦ-ом на локацији II и варијантом привлачења теретних токова V2, смањује ЕТ-е друмског

УТТ-а за -27,54% у односу на тренутно стање. Овакви резултати указују на то да је примена УКЦ иницијативе, односно консолидације теретних токова са циљем бољег искоришћења товарног капацитета возила у градском подручју, без удружене планске примене са другим иницијативама, најчешће недовољна за постизање циља смањења ЕТ-а УТТ-а. Ови резултати су сагласни са тврдњама у раду (Ville et al., 2013), да УКЦ иницијатива, сама по себи, није довољна да оправда додатне трошкове нове инфраструктуре, претоварних операција и промена организационих операција превозника, иако аутори овог рада разматрају само интерне трошкове

Табела 6.14. Промена ЕТ-а друмског УТТ-а услед примене УКЦ иницијативе

Варијанта привлачења теретних токова у УКЦ-е	Опције консолидације						
	A_I	A_{II}	A_{III}	B_{I+II}	B_{I+III}	B_{II+III}	$C_{I+II+III}$
Варијанта VI	+91%	+25%	+107%	+8%	+76%	+5%	-10%
Варијанта V2	+16%	-28%	+67%	-22%	+40%	-11%	-10%
Варијанта V3	+41%	+8%	+51%	+17%	+54%	+28%	+5%

На основу приказане анализе резултата примене УКЦ иницијативе и ранијим давањем одговора на ИП-2.1 и ИП-2.2 (у тачкама 6.3.2.1 и 6.3.2.2), стекли су се услови за давање одговора на ИП-2, које гласи:

Да ли се применом консолидације теретних токова у градским подручјима остварују побољшања у смањењу ЕТ-а УТТ-а?

Очекивани ефекти УКЦ-а, као најпопуларније иницијативе УЛ-е, често подразумевају смањење неких негативних ефеката УТТ-а. Међутим, наглашено је и да УКЦ иницијатива често доживљава неуспех због неодрживости. То оправдава даље истраживање примене ове иницијативе и истраживање фактора њеног успеха или неуспеха, укључујући и утицај на ЕТ-е, што је у фокусу ове докторске дисертације. Због тога је анализиран утицај примене једног или више УКЦ-а, на три потенцијалне локације и са различитим степеном привлачења теретних токова на ЕТ-е друмског УТТ-а. Резултати примене модела показују да УКЦ може позитивно да утиче на смањење ЕТ-а друмског УТТ-а, али и да у многим опцијама и варијантама то није случај. На екстерне трошкове утичу и локација и детерминисан степен привлачења токова у УКЦ-е. Према томе, **прегледом литературе и квантитативном анализом резултата примене модела на студији случаја, дошло се до одговора на ИП-2, а то је да на могућност да се оствари смањење ЕТ-а друмског УТТ-а применом УКЦ иницијативе, при чему су утицајни фактори на успешност решења степен привлачења токова у УКЦ-е, број УКЦ и њихова локација.**

За добијање резултата дефинисани су различити УКЦ концепти (УКЦ + једна, две, три и четири додатне иницијативе), у смислу различитих опција консолидације према локацији и броју УКЦ-а (A_I , A_{II} , A_{III} , B_{I+II} , B_{I+III} , B_{II+III} и $C_{I+II+III}$) и према варијанти привлачења теретних токова у УКЦ (V_1 , V_2 и V_3). Основно питање за дискусију које из тога произилази је да ли се нека опција, варијанта привлачења теретних токова и УКЦ концепт издваја по утицају на резултате? У циљу пружања одговора на ово питање, посматрани су сви резултати приказани у тачки 6.3.2 и упоређени су са резултатима за тренутно стање УТТ-а у Новом Саду, који су приказани у тачки 6.3.1. У табели 6.15 издвојени су најзначајнији резултати утицаја различитих УКЦ концепата на ЕТ-е друмског УТТ-а. При тумачењу резултата треба имати у виду да и начин примене исте иницијативе утиче на ЕТ УТТ-а. За најбољи резултат (највеће смањење ЕТ-а) наведена је конфигурација уведеног решења, у смислу УКЦ опције, варијанте привлачења теретних токова у УКЦ и начина увођења додатних иницијатива УЛ-е.

Табела 6.15. Резултати анализе утицаја различитих УКЦ концепата, опција и варијанти (највеће смањење, средња вредност и највеће повећање у односу на тренутно стање, изражено у %)

Бр. додатних иницијатива	УКЦ концепт	Најбоља опција, варијанта привлачења теретних токова и комбинација иницијатива	Највеће смањење (%)	Медијана (%)	Највеће повећање (%)
0	УКЦ	УКЦ опција: A_{II} Варијанта привлачења теретних токова: V_2	-27,5%	+17,3%	+107,4%
1	УКЦ + зона забране	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: V_2 Зоне забране за ТТВ: нема утицаја	-10,0%	+53,3%	+129,0%
	УКЦ + посебне површине	УКЦ опција: A_{II} Варијанта привлачења теретних токова: V_2 Посебне површине: у свим зонама	-77,4%	-47,2%	+8,4%
	УКЦ + електрична ЛДВ	УКЦ опција: A_{II} Варијанта привлачења теретних токова: V_2 Електрична ЛДВ: 100% електрична возила	-28,4%	+16,7%	+107,4%
	УКЦ + ноћне испоруке	УКЦ опција: A_{II} Варијанта привлачења теретних токова: V_2 Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi_1 + \Phi_2$)	-91,9%	-52,1%	+38,9%
	УКЦ + зона забране + посебне површине	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: V_1 или V_2 Зоне забране за ТТВ: прстен 2 (све зоне) Посебне површине: у свим зонама	-18,6%	+42,8%	+128,5%
	УКЦ + ноћне испоруке + посебне површине	УКЦ опција: A_{II} Варијанта привлачења теретних токова: V_2 Ноћне доставе: у обе фазе УТТ-а ($\Phi_1 + \Phi_2$) Посебне површине: у свим зонама	-101,1%	-59,8%	+38,7%
2	УКЦ + електрична ЛДВ + посебне површине	УКЦ опција: A_{II} Варијанта привлачења теретних токова: V_2 Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Посебне површине: у свим зонама	-37,5%	+14,1%	+107,3%

3	УКЦ + ноћне испоруке + зоне забране	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$) Зоне забране за ТТВ: прстен 2 (све зоне)	-90,1%	-35,8%	+75,8%
	УКЦ + електрична ЛДВ + зоне забране	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Зоне забране за ТТВ: прстен 2 (све зоне)	-12,5%	+51,4%	+129%
	УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$)	-94,7%	-53,2%	+38,9%
	УКЦ + ноћне испоруке + зоне забране + посебне површине	УКЦ опција: A_{II} Варијанта привлачења теретних токова: $V2$ Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$) Зоне забране за ТТВ: центар Посебне површине: у свим зонама	-99,4%	-44,1%	+75,3%
	УКЦ + електрична ЛДВ + зоне забране + посебне површине	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Зоне забране за ТТВ: прстен 2 (све зоне) Посебне површине: у свим зонама	-21,0%	+42,1%	+128,5%
	УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + посебне површине	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$) Посебне површине: у свим зонама	-103,3%	-60,7%	+38,7%
	УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + зоне забране	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$) Зоне забране за ТТВ: зоне забране за ТТВ: Прстен 2 (све зоне)	-94,7%	-37,1%	+75,8%
	УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + зоне забране + посебне површине	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$) Зоне забране за ТТВ: зоне забране за ТТВ: Прстен 2 (све зоне) Посебне површине: у свим зонама	-103,3%	-45,1%	+75,3%
	УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + зоне забране + посебне површине	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$) Зоне забране за ТТВ: зоне забране за ТТВ: Прстен 2 (све зоне) Посебне површине: у свим зонама	-103,3%	-45,1%	+75,3%
	УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + зоне забране + посебне површине	УКЦ опција: $C_{I+II+III}$ Варијанта привлачења теретних токова: $V1$ или $V2$ Електрична ЛДВ: 100% електрична возила Ноћне испоруке: у обе фазе УТТ-а ($\Phi1+\Phi2$) Зоне забране за ТТВ: зоне забране за ТТВ: Прстен 2 (све зоне) Посебне површине: у свим зонама	-103,3%	-45,1%	+75,3%

Из приказане табеле 6.15 може се видети да варијанта $V2$ привлачења теретних токова (варијанта по којој се сав терет допрема преко УКЦ-а), представља варијанту који постиже најбоље ефекте у смислу смањења ЕТ-а друмског УТТ-а у Новом Саду. Овај резултат у складу је са тврдњама из (Björklund et al., 2017) да је за успешну имплементацију и најбоље ефекте УКЦ-а неопходно привући што већи број корисника

услуга УКЦ и што већу количину терета. Када се посматрају УКЦ опције (које зависе од локације и броја УКЦ-а), посебно се издвајају две опције: опција са једним УКЦ-ом на локацији II (A_{II}) и опција са три УКЦ-а на све три локације ($C_{I+II+III}$). УКЦ опција A_{II} даје добре резултате, због тога што се највећи обим теретних токова допрема у градско подручје са улазних путних праваца које опслужује УКЦ на локацији II (слика 6.5 на страни 145 и слика 6.7 на страни 150), док УКЦ опција $C_{I+II+III}$ обухвата све улазне путне правце чиме се, практично, потпуно уклањају ТТВ из градског подручја и минимизирају се транспортна растојања за ЛДВ. Ако се посматра са аспекта ЕТ-а друмског УТТ-а, резултати приказани у табели 6.15, додатно потврђују наводе у литератури (Gonzalez-Feliu, Salanova-Grau, 2014; Janjevic et al., 2016; Rao et al., 2015), у смислу значаја избора оптималне локације и броја УКЦ-а који опслужују градско подручје, за успешну имплементацију УКЦ иницијативе, односно УКЦ концепта.

Две додатне иницијативе УЛ-е, издвајају се као најзначајније за смањење ЕТ-а друмског УТТ-а, а то су: ноћне испоруке и посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза. Комбинација УКЦ + ноћне испоруке, може да смањи ЕТ-е за 91,9%, а у просеку их смањује за 52,1%. Комбинација УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза може да смањи ЕТ-е за 77,4%, а у просеку их смањује за 47,2%. Ове две иницијативе директно су повезане са количином ЕТ-а саобраћајних загушења, као најзначајније категорије ЕТ-а, јер и једна и друга утичу на растерећење саобраћајница у вршним периодима. Даље, са повећањем броја додатних иницијатива, утицај на смањење ЕТ-а може бити чак и већи, а најбоље резултате дају УКЦ концепти који се састоје из барем једне од ове две додатне иницијативе. Као најбољи резултат издваја се комбинација УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + посебне површине (концепт УКЦ + три додатне иницијативе) са максималним смањењем ЕТ-а друмског УТТ-а од 103,3%⁴⁶ и просечним смањењем од 60,7%.

Такође, интересантно питање за анализу и дискусију представља то да ли већа комплексност УКЦ концепта, односно да ли већи број додатних иницијатива УЛ-е, даје боље резултате? Анализом медијане смањења ЕТ-а у табели 6.13, може се утврдити да најбоље резултате у просеку даје УКЦ концепт са три додатне иницијативе (УКЦ + електрична ЛДВ + ноћне испоруке + посебне површине), са смањењем ЕТ-а од 60,7%. Међутим, два УКЦ концепта са две додатне иницијативе (УКЦ + ноћне испоруке + посебне површине и УКЦ + електрична ЛДВ + посебне површине) и два УКЦ концепта

⁴⁶ Може се приметити да УКЦ концепт са четири додатне иницијативе даје исти резултат. Разлог за то је што, у случају УКЦ опције $C_{I+II+III}$ и варијанта привлачења теретних токова $V1$ или $V2$, зоне забране кретања за ТТВ немају ефекта, јер ова опција и варијанта подразумевају да ТТВ не улазе у градско подручје, већ сва ТТВ достављају терет до УКЦ-а.

са једном додатном иницијативом (УКЦ + ноћне испоруке и УКЦ + посебне површине), такође се могу издвојити по веома добрим резултатима. Према томе, ако се посматра са аспекта комплексности, концепт УКЦ + ноћне испоруке издваја се као концепт који даје најбоље резултате, уз најмању комплексност УКЦ концепта. Просечно смањење ЕТ-а овог УКЦ концепт износи 52,1%, што је за само 8,6% мање у односу на УКЦ концепт са три додатне иницијативе. На крају, може се издвојити и да даље повећање комплексности УКЦ концепта не даје обавезно боље резултате, јер је један УКЦ концепт са три додатне иницијативе показао бољи резултат од концепта са четири додатне иницијативе.

Анализом резултата примене различитих УКЦ концепата стечени су услови за давање одговора на ИП-3, које гласи:

Како број и врста примењених иницијатива у УКЦ решењима утиче на екстерне ефекте и ЕТ-е теретног транспорта у градским подручјима?

У овој тачки анализирани су резултати примене модела за процену утицаја различитих УКЦ концепата на ЕТ-е друмског УТТ-а. УКЦ концепти који су приказани подразумевају комбиновану примену УКЦ-а са другим иницијативама УЛ-е, као што су: зоне забране кретања за ТТВ, обезбеђивање посебних површина за заустављање доставних возила ван коловоза, примена електричних возила за испоруке из УКЦ-а и ноћне доставе. Резултати су показали да је утицај комбинованих иницијатива на ЕТ-е комплексан. ЕТ-и друмског УТТ-а, у зависности од примењеног УКЦ концепта, различитих опција консолидације и различитих варијанти привлачења теретних токова у УКЦ-е, након примене УКЦ концепта, могу да се смање или повећају у односу на тренутно стање. Међутим, резултати су јасно показали да ефекти смањења ЕТ-а друмског УТТ-а могу бити бољи уколико се УКЦ иницијатива примењује заједно са другим иницијативама УЛ-е, у односу на индивидуалну примену појединачних иницијатива. Према томе, на основу приказаних излазних резултата примене модела, на предложеним комбинацијама УКЦ-а са додатним иницијативама УЛ-е, дат је **одговор на ИП-3**, а то је да **УКЦ концепти могу да дају боље резултате у смањењу ЕТ-а друмског УТТ-а, од појединачне примене иницијатива УЛ-е.**

У овој докторској дисертацији, пре прорачуна ЕТ-а, односно пре квантитативне процене утицаја примене различитих додатних иницијатива УЛ-е, спроведено је истраживање мишљења експерата о релативном утицају различитих (група) иницијатива УЛ-е на негативне ефекте УТТ-а (квалитативни приступ). С тим у вези, у табели 6.16 приказани су резултати и једног и другог приступа. Могу се приметити и сличности и разлике у рангирању додатних иницијатива УЛ-е по значају. Сличност је у томе што су, применом

и квалитативног и квантитативног приступа, посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза и електрична ЛДВ рангиране као друга и трећа додатна иницијатива по значају, респективно. Разлика се огледа у томе што су, квалитативним приступом, зоне забране кретања за ТТВ⁴⁷ рангиране као најзначајнија додатна иницијатива, док су, квантитативним приступом, као најзначајније издвојене ноћне испоруке. Ова иницијатива се, у ствари, може посматрати као врста рестриктивних и регулаторних мера, у временском смислу, за разлику од зона забране и посебних површина за заустављање доставних возила ван коловоза, које представљају рестриктивне и регулаторне мере у просторном смислу. Из те перспективе, ако би се временске и просторне регулативне и рестриктивне мере објединиле, њихова доминантност међу осталим мерама била би још већа.

Табела 6.16. Упоредни приказ резултата добијених на основу мишљења експерата и резултата прорачуна утицаја различитих решења УЛ-е

Мишљење експерата	Прорачун модела
1. Зоне забране	1. Ноћне испоруке
2. Посебне површине	2. Посебне површине
3. Електрична ЛДВ	3. Електрична ЛДВ
4. Ноћне испоруке	4. Зоне забране

Једно од основних ограничења постојећих модела ЕТ-а, идентификованих и описаних у тачки 4.2.2, јесте селективни избор категорија. Најчешће су то категорије који имају негативан еколошки утицај (промена климе и загађења ваздуха), али се у неким радовима посматрају још и неки други ЕТ-и. С тим у вези, ово ограничење претходних истраживања отклоњено је у овој докторској дисертацији. Да би се стекао увид у значај узимања у обзир што већег броја категорија ЕТ-а, спроведена је анализа резултата прорачуна ЕТ-а за тренутно стање УТТ-а у Новом Саду, приказаних у табели 6.3. Таква анализа резултирала је утврђивањем степена потцењивања укупних ЕТ-а, због тога што нису обухваћене све категорије. У табели 6.15, приказано је повећање ових трошкова услед узимања у обзир сваке додатне категорије, у односу на ЕТ-е промене климе (као категорије која је обухваћена највећим бројем постојећих истраживања). Анализом фактора повећања ЕТ-а утврђено је да су укупни ЕТ-и, у радовима у којима се процењује само категорија промене климе, значајно потцењени, јер је процењена вредност око 10 пута мања од вредности укупних ЕТ-а који узимају у обзир све категорије обухваћене

⁴⁷ Важно је напоменути да квалитативни приступ подразумева релативну процену утицаја на негативне ефекте УТТ-а, а не на ЕТ-е. Такође, експерти су вредновали шире појмове (групе) додатних иницијатива УЛ-е, од којих су издвојене само наведене конкретне иницијативе, што се може посматрати као ограничење ове упоредне анализе.

прорачуном у овој докторској дисертацији и које су наведене у табели 6.17. Такође, фактори појединачних повећања ЕТ-а показују да, зависно од конкретне категорије, фактор повећања износи од 1,3 до 4,4 пута. У том смислу, истраживање у овој дисертацији истиче значај потребе да се, у будућим истраживањима, превазиђе селективни избор категорија ЕТ-а.

Табела 6.17. Утицај (фактори повећања) узимања у обзир свих категорија ЕТ-а

Категорија ЕТ	Фактор повећања у односу на ЕТ-е промене климе	
	Појединачно	Кумулативно
Промена климе	-	-
Загађење ваздуха	2,2	3,2
Загушење	4,4	6,6
Бука	1,9	7,4
Саобраћајне незгоде	3,0	9,4
Производња и експлоатација горива	1,3	9,8
Нарушавање животне средине	1,4	10,1

Резултати истраживања који су до сада приказани дали су одговоре на сва постављена истраживачка питања. Како се сва постављена питања односе се на основну хипотезу докторске дисертације, пружањем одговора на њих направљен је први корак ка испитивању основне хипотезе. Даље, резултати приказани у табели 6.12 недвосмислено су показали да постоји значајна корелација између броја уведених иницијатива и смањења ЕТ-а. Оно што се посебно издваја код тих резултата је то да што се већа количина терета консолидује у УКЦ-има, то је већа зависност ЕТ-а од примењених УКЦ решења. Због великог броја комбинација и конфигурација, врсте иницијатива нису укључене у статистичку анализу. Међутим, из претходне анализе резултата врсте иницијативе (табела 6.15), може се закључити да ефикасност УКЦ решења значајно зависи и од врсте примењених додатних иницијатива.

Основна хипотеза и повезана дискусија која се односи на њу гласи:

Најбољи ефекти, у смислу смањења укупних ЕТ-а теретног транспорта у градским подручјима, постижу се комбинацијом различитих иницијатива УЛ-е, при чему централну улогу имају УКЦ-и.

Прегледом литературе **идентификована су ограничења постојећих модела** и истраживања који се баве ЕТ-има транспорта, УТТ-ом и УЛ-ом. Та ограничења подразумевају непостојање интегрисаног, аналитичког, транспортно-економског модела који обухвата **специфичности УТТ-а** и способност препознавања **утицаја иницијатива и концепата УЛ-е на ЕТ-е друмског УТТ-а**. Према томе, најпре је

утврђено је да **постоји потреба за моделирањем** ЕТ-а друмског транспорта терета у градским подручјима, да би се омогућио прорачун ЕТ-а и процена утицаја иницијатива УЛ-е на ЕТ-е УТТ-а, на одговарајући начин. С тим у вези, у овој докторској дисертацији предложен је модел, који делимично отклања примећена ограничења постојећих модела. Предложени модел примењен је на студији случаја, како би се презентовали могући резултати модела. Сврха излазних резултата предложеног модела јесте да омогуће ефикаснију контролу и смањење ЕТ-а које стварају возила у УТТ-у. Анализом осетљивости модела показано је да је предложени модел мање осетљив на варијације појединих параметара у односу на постојеће моделе. Модел је примењен на студији случаја са предлогом различитих УКЦ решења. Резултати примене модела и статистичке анализе тих вредности, показали су да је проблематика комплексна и да на смањење ЕТ утиче и број и врста иницијатива у решењу. Међутим, може се извући општи закључак да се **комбинацијом различитих иницијатива УЛ-е постижу бољи ефекти**, у смислу **смањења ЕТ-а друмског УТТ-а**, него појединачном применом истих иницијатива. При томе, централну улогу у смањењу ЕТ-а имају УКЦ-и. Из свега приложеног, може се закључити да се **основна хипотеза истраживања ПРИХВАТА**.

6.6. Ограничења истраживања и предложеног модела

Као што је раније поменуто, модели су веома моћни алати који имају циљ да прикажу неке реалне процесе. Модел за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, који је развијен у овој докторској дисертацији, представља један такав алат, који се заснива на математичким аналитичким релацијама. Модели генерално, што је случај и са овим моделом, не могу да обухвате апсолутно све детаље који чине комплексне, реалне системе. Разлог за то је што модели, пре свега морају да буду једноставни за коришћење и разумевање, а да притом довољно добро описују систем на који се односе. Због тога, сви модели имају одређена ограничења у односу на реални систем. Приликом спровођења одређеног истраживања неопходно је поставити оквири и границе, како би истраживање било изводљиво у разумном временском интервалу и са улагањем разумне количине ресурса. Такође, при спровођењу истраживања наилази се на потешкоће, пре свега у прикупљању података. У овој тачки идентификована су и груписана ограничења предложеног модела и ограничења комплетног истраживања које се спроведено у овој докторској дисертацији. На основу тога, указано је на могуће кораке за њихово отклањање и правце будућих, повезаних истраживања.

Постоји неколико врста ограничења у овом истраживању, које треба узети у обзир:

- општа ограничења везана за природу математичких модела, која су директно повезана са ограничењима предложеног аналитичког модела;
- ограничења везана за постојеће методе и технике процене екстерних ефеката и ЕТ-а;
- ограничења везана за примену модела на студији случаја и тачност добијених резултата, и
- ограничења везана за примењену методу евалуације модела.

Већ је истакнуто да је сврха модела, предложеног у овој докторској дисертацији, да се његови резултати користе као подршка у процесу доношења одлука, у „шта-ако“ анализи и процени утицаја различитих иницијатива и концепата УЛ-е у процесу планирања. Одлука о примени неке иницијативе УЛ-е треба да узме у обзир и сва ограничења постојећег математичког модела, који се базира на одређеним полазним претпоставкама и низу ограничења.

Под „моделом“ се обично подразумева апстракција нечега за шта се верује да постоји као део реалности (Ћипић, Тумала, 1997). Природа математичких модела је таква да је, по правилу, потребно да се усвоји велики број ограничења и претпоставки да би модел могао буде формулисан. Што је више таквих претпоставки, већа је могућност да математички модел не описује све особине комплексног реалног система. У том смислу, конкретна ограничења и претпоставке који су усвојени у овом моделу ближе дефинишу ограничења у истраживању, а међу њима су најважнија следећа:

- реални процеси које би овај модел требало да прикаже веома су комплексни, јер делимично залазе у три веома обимне и комплексне области (приказане на слици 1.1 на страни 5). Према томе, дефинисани оквир истраживања поставља неки вид ограничења модела. За УТТ, поред друмског транспорта на који се односи овај модел, у појединим градовима значајне ЕТ-е могу стварати и други видови транспорта (железнички, водни. итд.). Према томе, ограничење модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, који је предложен у овој докторској дисертацији, на друмски вид транспорта, представља уједно и ограничење комплетног истраживања у овој докторској дисертацији. Да би се модел проширио на све видове транспорта неопходно је спровести анализу система осталих видова и идентификовати факторе који утичу на количину ЕТ-а УТТ-а, укључити их у модел и извршити калибрацију фиксних параметара модела за остале видове транспорта;
- осим износа ЕТ-а, односно друштвено-еколошког критеријума, на одлуку о примени неке иницијативе или концепта УЛ-е утичу и бројни други фактори: шире користи од увођења иницијативе, инвестиције, укупни трошкови (интерни и екстерни) и слично. Ако се посматра са аспекта трошкова, поред ЕТ-а, такав

модел требало би да обухвати и инвестиционе и интерне трошкове, односно треба га повезати са моделима за прорачун инвестиционих и интерних трошкова у циљу процене укупних трошкова неког решења. Осим тога, у моделу се у обзир узимају само ЕТ-и транспорта, али не и логистичких објеката и других активности актера УЛ-е. Према томе, даља истраживања требало би да подразумевају комплетну (друштвену) анализу трошкова и користи, односно *SCBA*, укључујући и ЕТ-е транспорта, који су предмет моделирања у овој докторској дисертацији. С тим у вези, истраживање спроведено у овој докторској дисертацији даје значајан допринос и основу за будућа истраживања у овом правцу;

- АТВ компонента модела нема могућност процене стања у саобраћају, које не зависи само од теретних, већ и од путничких токова. Према томе, прорачуну ЕТ-а друмског УТТ-а, често је неопходно направити везу између периода дана (*P*) и стања у саобраћају. На пример, стање у саобраћају близу и преко капацитета саобраћајница може се приписати вршним периодима, стање близу капацитета ванвршним периодима и стање далеко испод капацитета ноћним периодима. На тај начин апроксимиран је заједнички утицај путничког и теретног транспорта на стање у саобраћају. С тим у вези, треба тежити да будући модели ЕТ-а друмског УТТ-а обухватају и кретања путничких возила, односно карактеристике укупних саобраћајних токова. Такође, промене (поремећаји) у урбаним дистрибутивним системима, који настају услед настанка, на пример, катастрофалних догађаја и криза, нису предмет моделирања. Због потребе за повећаном безбедношћу и флексибилношћу система УТТ-а, ово може бити једна од препорука за будућа истраживања.
- резултати добијени применом предложеног модела показују како број УКЦ-а може да има значајан утицај на перформансе УТТ-а, у смислу пређеног пута возила у градском подручју. У једном од новијих радова (Raicu et al., 2020), показано је како хоризонтална колаборација између два или више УКЦ-а може значајно да утиче на пређени пут, односно остварене возило-километре у УТТ-у. Такође, резултати анкетања експерата указују на значај примене савремених информационих технологија за смањење негативних ефеката УТТ-а. Због комплексности и обима истраживања, модел који је развијен у овој докторској дисертацији не обухвата анализу примене хоризонталне колаборације између УКЦ-а, ни примену савремених информационих технологија. Даље истраживање ове области и повезивање са сазнањима изложеним у сличним истраживањима (на пример, у Raicu et al., 2020), сматра се врло значајним и перспективним правцем будућих истраживања;
- руте којима возила врше испоруке у моделу су апроксимирани просечним растојањима и просечним бројем прималаца. Штавише, претпоставља се да

возила која врше директне испоруке, односно не користе услуге УКЦ-а, опслужују само једног примаоца у градском подручју. Према томе, модел за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, транспортни пут одређује на најједноставнији начин, методом „све или ништа“. Предност примене ове методе јесте брза и једноставна процена активности теретних возила у градском подручју. Ограничење је непрецизност процене. Да би се донела стратешка одлука о примени неке иницијативе УЛ-е није неопходно да резултати модела буду апсолутно прецизни, па се метода „све или ништа“ сматра одговарајућом методом за одређивање пређеног пута возила;

- и-ц матрице, на којима се базира модел, немају способност да прикажу већи број испорука по једној вожњи, јер њих чине подаци о директним вожњама (Gonzalez-Feliu, Salanova-Grau, 2014). Према томе, и-ц матрице броја теретних возила дају информације само о кретању теретних возила од изворне до циљне зоне, односно од УКЦ-а до доставних зона, а немају способност да направе разлику између доставне вожње са једним примаоцем и доставне вожње са више прималаца. У складу са тиме, потребно је увести одређене просечне вредности и апроксимације. Количина терета који треба да се транспортује из УКЦ-а у градско подручје, дефинише број достава које треба извршити. Даље, број вожњи теретних возила може се одредити на основу броја достава за одређену доставну зону. Ова веза није директна, посебно не у градским подручјима, где теретна возила доставе врше у комплексним турама (више прималаца). Према томе, ограничење модела је што се структурно заснива на и-ц матрицама, које имају наведене мањкавости у смислу примене у УТТ-у;
- утицајне области различитих иницијатива могу бити и међусобно повезане (Paroutsis, Nathanail, 2016), што процену ефикасности одређеног концепта УЛ-е чини веома сложеним поступком. То значи да ниво једне негативне екстерналије транспорта значајно утиче на ниво других. На пример, ниво саобраћајних загушења утиче на количину емисије штетних гасова, број саобраћајних незгода и количину буке (Calthrop, Proost, 1998). То има за последицу да се, применом одређених иницијатива УЛ-е, које треба да смање одређену негативну екстерналију, утиче и на друге екстерналије у УТТ-у. Оваква међусобна повезаност категорија ЕТ-а и утицајних фактора није обухваћена предложеним моделом за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а. Таква веза веома је комплексна и не постоје јасно дефинисана правила, па је практично немогуће тачно аналитички описати такву узајамну повезаност различитих категорија ЕТ-а.

Даље, најважнија ограничења везана за примену модела на студији случаја и вредност добијених резултата повезана су са недовољним квалитетом и обухватношћу улазних података везаних за студију случаја, као и због разумне и једноставне интерпретације

резултата. Због тога су коришћене различите апроксимације, од којих су најважније наведене у наставку:

- у циљу разумне и једноставне интерпретације резултата, извршена је агрегација постојећих саобраћајних зона и дистриката на које је градско подручје подељено за саобраћајна истраживања у крупније доставне зоне. Овакво укрупњавање може се сматрати ограничењем резултата истраживања. Да би резултати модела били упоредиви са резултатима који се заснивају на постојећим саобраћајним моделима и да би интеграција са постојећим моделима била могућа, потребно је модел прилагодити постојећем зонском систему града Новог Сада;
- возила у УТТ-у, за приступање доставним зонама, углавном користе главне градске саобраћајнице, па је модел ограничен на ову врсту саобраћајница. Поред тога, често су возила условљена да користе ванградске саобраћајнице како би једноставније дошли до одређеног дела града (ту се пре свега мисли на велике градове). Ограничење модела је што не обухвата кретања теретних возила у ванградском подручју, иако су таква кретања можда условљена примењеном иницијативом УЛ-е.

Ограничења повезана са прихваћеним методама и техникама процене екстерних ефеката и ЕТ-а, као и начином њихове примене у моделу су следећа:

- ПЕТ компонента модела не обухвата прорачун ЕТ-а нарушавања животне средине. Ова трошковна компонента може се укључити у модел у оном тренутку када се достигне научни консензус о методологији прорачуна маргиналних ЕТ-а нарушавања животне средине;
- резултати укупних ЕТ-а друмског УТТ-а, изражени у апсолутним вредностима, могу бити потцењени или прецењени. Један од разлога је што излазни резултати аналитичког модела за њихов прорачун, значајно зависе од износа јединичних вредности. Ове вредности представљају фиксне параметре модела, односно од изабраних извора (студија) процене јединичних ЕТ-а. Такве студије до данашњег дана нису спроведене за подручје Србије, па прецизнији подаци о јединичним ЕТ-има нису доступни за ово подручје. За дефинисање ових параметара модела коришћен је извор у коме су дати јединични ЕТ-и транспорта који се сматрају меродавним за подручје ЕУ (van Essen et al., 2019), а у коме је описан и начин прилагођавања тих вредности одређеном поднебљу. Према томе, ограничење примене модела на студији случаја јесте што су јединичне вредности ЕТ-а транспорта добијене прилагођавањем просечних вредности за ЕУ28 државе. С тим у вези, неопходно је спровести студију процене ЕТ-а транспорта у Републици Србији. Други разлог непрецизности резултата може се идентификовати у непрецизности методологија процене негативних ефеката и њихових ЕТ-а,

односно због недовољног тренутног знања у области ЕТ-а транспорта, посебно када је реч о УТТ-у и о исправном вредновању и новчаној евалуацији дугорочних и комплексних ефеката транспорта. На крају, трећи разлог је што модел нема могућност утврђивања утицаја промене једне на остале негативне екстерналије УТТ-а, односно различите категорије ЕТ-а УТТ-а сматрају се независним, те се укупни ЕТ-и сматрају простим збиром ЕТ-а појединачних категорија. Овај проблем је идентификован и у другим аналитичким моделима (Ortolani et al., 2011), а такве претпоставке постављене су и у озбиљним студијама процене ЕТ-а (Maibach et al., 2008). У циљу разумевања излазних резултата модела неопходно је имати у виду ограничења и мањкавости примењене студије процене ЕТ-а транспорта.

Као што се из приложеног може видети, било је неопходно да се поставе бројне претпоставке и апроксимације како би се добили резултати. Иако се предложени модел и спроведено истраживање заснивају на бројним претпоставкама и апроксимацијама, може се рећи да овакав вид истраживања до сада није спроведен и да добијени резултати прорачуна ЕТ-а у различитим варијантама примене различитих УКЦ решења на перформансе УТТ-а, могу бити вишеструко корисни. Када су у питању апроксимације везане за примену модела на студији случаја, треба истаћи да циљ примене модела није да се обезбеди тачан одговор на питање које иницијативе и концепти су заиста оптимални као решење за минимизирање ЕТ-а УТТ-а у Новом Саду, већ да се покаже применљивост модела у реалном окружењу и да се истакну ефекти и значај перманентног укључивања планирања решења УЛ-е у централизовано планирање и управљање градским саобраћајем, а затим и процене екстерних трошкова УТТ у оквиру укупних трошкова.

Коначно, последња група ограничења повезана је са методом вредновања модела, односно применом анализе осетљивости. Анализа осетљивости се не бави везама између променљивих, и, као и било која друга метода, даје онолико тачне резултате, колико су тачне полазне претпоставке и улазни подаци. Према томе, применом анализе осетљивости утврђена је осетљивост излазних резултата предложеног модела (количине ЕТ-а) на промене одређених параметара (количине терета који се транспортује, носивости ЛДВ и степена искоришћења носивости ЛДВ), док су сви остали параметри фиксни.

6.7. Резиме поглавља

У овом поглављу предложени модел за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а примењен је на студији случаја. У ту сврху изабран је град Нови Сад, као град средње величине и други по величини град у Србији. Пре примене модела, детаљно је описана студија случаја, по питању карактеристика значајних УТТ. Након тога, описан је начин прикупљања података и припреме како улазних величина тако и основних (фиксних) параметара модела. Тиме је омогућена примена модела на практичном примеру. Резултати су најпре приказани за тренутно стање, а потом и за различите опције, варијанте и сценарије увођења УКЦ решења. У том смислу, модел је примењен за процену утицаја различитих УКЦ решења на ЕТ-е друмског УТТ-а. Предложени модел је робустан у смислу локације УКЦ-а, односно модел нема намеру да прецизира тачне локације, али није ни завистан од тога, јер даје излаз по питању ЕТ-а за било коју изабрану локацију УКЦ-а.

Применом модела на студији случаја, показало се да најбоље резултате дају УКЦ концепти који се комбиновано примењују са две додатне иницијативе УЛ-е: ноћне испоруке и посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза. Резултати су показали да концепт УКЦ + ноћне испоруке, може да смањи ЕТ-е за 91,9%, а у просеку их смањује за 52,1%. Поред тога, концепт УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила ван коловоза може да смањи ЕТ-е за 77,4%, а у просеку их смањује за 47,2%.

На основу резултата модела, у овом поглављу, дати су одговори на ИП-2 и ИП-3. Такође, применом сазнања из претходних и овог поглавља испитана је и основна хипотеза докторске дисертације, а закључак је да се основна хипотеза прихвата.

На крају овог поглавља, издвојена су сва ограничења предложеног модела и истраживања које је спроведено у овој докторској дисертацији, да би се јасно идентификовали кораци за будућа истраживања.

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Некорисно је свако писање које не подстиче на делање.

Фридрих Ниче (1844 – 1900. године)

Основни циљ истраживања у овој докторској дисертацији остварен је реализацијом пет појединачних циљева који су дефинисани на почетку истраживања. Ови циљеви заснивају на истраживачким питањима и основној хипотези истраживања. Први појединачни циљ (ПЦ-1), односи се на систематизацију негативних ефеката и повезаних ЕТ-а УТТ-а. ПЦ-1 је реализован у другом поглављу докторске дисертације. Преглед иницијатива и концепата УЛ-е, значајних за смањење ЕТ-а друмског УТТ-а, предмет су ПЦ-2. Овај појединачни циљ реализован је делимично у трећем поглављу (са теоријског) и делимично у шестом поглављу (са практичног аспекта). ПЦ-3 подразумева претходни свеобухватни преглед постојећих модела и идентификацију њихових ограничења, у смислу прорачуна ЕТ-а друмског УТТ-а и у сврху примене за процену утицаја иницијатива и концепата УЛ-е. Овај појединачни циљ реализован је у четвртном поглављу. Идентификацијом ограничења постојећих модела дат је одговор на прво истраживачко питање (ИП-1). У петом поглављу, развојем модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а, реализован је ПЦ-4. Предложени модел је примењен на студији случаја, што припада ПЦ-5, чиме су добијени резултати који су омогућили давање одговора на ИП-2 (као и повезаних питања ИП-2.1, ИП-2.2) и ИП-3, у шестом поглављу.

Фокус истраживања у овој докторској дисертацији усмерен је на ЕТ-е друмског УТТ-а и утицај различитих УКЦ решења на њихово смањење. С тим у вези, најпре је спроведено истраживање обимне литературе, која се бави ефектима и трошковима УТТ-а, иницијативама и концептима УЛ-е, као и развојем модела који се односе на дефинисани предмет истраживања. Систематичном анализом литературе у првом делу дисертације утврђено је следеће:

- ЕТ-и друмског транспорта доминирају у односу на трошкове осталих видова транспорта; такође, у литератури је овај вид транспорта издвојен као практично незаменљив у дистрибуцији робе на градском подручју;
- развој аналитичких модела за прорачун ЕТ-а УТТ-а је врло актуелна тема која није довољно истражена. Постојећи аналитички модели не узимају у обзир све негативне екстерналије;
- постојећи аналитички модели за прорачун ЕТ-а транспорта не узимају у обзир све специфичности друмског УТТ-а и услове у којима се одвија;
- постоји потреба за развојем нових модела који унапређују могућности квантификације утицаја иницијатива и концепата УЛ-е на ЕТ-е друмског УТТ-а.

На основу тога, утврђен је простор за научни допринос докторске дисертације. Да би се идентификована ограничења делимично превазишла, спроведено је практично истраживање, које је приказано у другом делу дисертације. Такво истраживање реализовано је кроз развој и примену новог модела за прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а. Том приликом, добијени су резултати за тренутно стање УТТ-а и резултати утицаја различитих сценарија увођења УКЦ иницијативе и повезаних концепата. Најважнији резултати таквог истраживања су следећи:

- развијен је модел за процену утицаја различитих иницијатива и концепата УЛ-е на ЕТ-е друмског УТТ-а. Модел је успешно примењен на практичном примеру;
- применом модела на студији случаја и математичком и статистичком анализом резултата утврђено је да увођење УКЦ-а може да смањи ЕТ-е друмског УТТ-а;
- локација и број урбаних консолидационих центара значајно корелирају са ЕТ-има друмског УТТ-а;
- број примењених иницијатива УЛ-е у оквиру УКЦ решења значајно корелира са ЕТ-има друмског УТТ-а;
- врсте иницијатива које се примењују у УКЦ концептима и начин њихове примене утичу на ЕТ-е друмског УТТ-а;
- на добијене резултате утиче и степен привлачења теретних токова из постојећих канала дистрибуције робе у УКЦ-е.

На основу приказаних најзначајнијих резултата може се утврдити допринос ове докторске дисертације који се може посматрати из научног и практичног угла. У том смислу, **научни допринос** ове докторске дисертације је нови аналитички модел који, применом математичког моделирања, технике АХП-а и „шта-ако“ анализе, омогућава прорачун ЕТ-а друмског УТТ-а. Такав модел може се применити за процену утицаја различитих иницијатива и концепата УЛ-е, при чему централну улогу имају УКЦ-и. У том смислу, излазни резултати модела представљају податке који су корисни за доношење одлука приликом интегрисаног планирања урбане логистике и стварања одрживих система дистрибуције робе у градским подручјима.

Предложени модел узима у обзир све основне (примарне) и неколико секундарних категорија ЕТ-а транспорта, према усвојеној методологији процене негативних екстерних ефеката и прорачуна ЕТ-а. Досадашњи модели углавном подразумевају селективни прорачун појединих категорија. Највећи број радова бави се одређивањем ЕТ-а загађења ваздуха и климатских промена, који чине око једне четвртине укупних ЕТ-а друмског УТТ-а, према резултатима приказаним у овој докторској дисертацији (табела 6.4). Стога је неопходан интегрисани приступ, уз истовремен перманентан развој методологије процене негативних екстерналија и њихове новчане евалуације.

Допринос дисертације, у практичном смислу, представља предлог алата који стручњаци, применом „шта-ако“ анализе ЕТ-а друмског УТТ-а, могу да користе као подршку у процесу планирања и обликовања иницијатива и концепата УЛ-е. Предложени модел може да буде од користи при доношењу одлука на стратешком (на пример, планирање увођења УКЦ иницијативе) и тактичком нивоу (на пример, избор структуре возног парка УКЦ-а). Према томе, главни корисници модела биле би градске власти и градска регулаторна тела. Међутим, иако је модел превасходно намењен за примену од стране градске управе и други интересне групе УЛ-е могу бити заинтересовани за његову примену. На тај начин омогућава се подизање свести и промена понашања свих субјеката УЛ-е, а самим тим се повећава и вероватноћа успешне примене планираног концепта УЛ-е.

У току истраживања идентификоване су четири групе ограничења:

- општа ограничења везана за природу математичких модела, која су директно повезана са ограничењима предложеног аналитичког модела;
- ограничења везана за постојеће методе и технике процене екстерних ефеката и ЕТ-а;
- ограничења везана за примену модела на студији случаја и тачност добијених резултата, и
- ограничења везана за примењену методу евалуације модела.

Будућа истраживања треба усмерити у складу са идентификованим ограничењима спроведеног истраживања у овој докторској дисертацији. Нека ограничења могуће је једноставније отклонити. На пример, да би се у обзир узели и други видови транспорта, осим друмског, неопходно је модификовати фиксне параметре модела, у смислу дефинисања транспортних мрежа и јединичних ЕТ-а за додатне видове транспорта. Међутим, за превазилажење неких других ограничења потребно знатно више труда, односно потребно је потпуно променити приступ. У том смислу, ограничења која су последица тога што се модел базира на и-ц матрицама могу се отклонити само променом приступа моделирања (на пример, примена приступа моделирања на бази агената). Такође, у циљу прецизнијег прорачуна ЕТ-а, важно је спровести студије процене јединичних ЕТ-а транспорта за подручје Србије. На крају, треба истаћи и да питање интернализације ЕТ-а УТТ-а није анализирано у оквиру ове дисертације, па будућа истраживања треба допунити и у том смислу.

У овом тренутку се чини да је потребно још доста рада на развоју науке и подизању целокупног нивоа знања о ЕТ-има и начинима за њихово контролисање. С тим у вези, у овом истраживању предложен је модел који планерима и организаторима УТТ-а

омогућава боље и ефикасније доношење одлука, у циљу стварања одрживих система дистрибуције робе у градским подручјима.

ЛИТЕРАТУРА

- Abate, M.A., Kveiborg, O. (2013). Capacity Utilisation of Vehicles for Road Freight Transport. In M. Ben-Akiva, H. Meersman, E. van de Voorde (Eds.), *Freight Transport Modelling* (pp. 281–298). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/9781781902868-014>
- Aditjandra, P., Zunder, T., Islam, D., Woroniuk, C., Zunder, A., Stathacopoulos, A. (2016). *Integrated inventory of urban freight policies and measures, typologies and impacts: UFT measures, interventions and typologies*. New Cooperative Business Models and Guidance for Sustainable City Logistics (NOVELOG), Deliverable 4.1. <http://novelog.eu/downloads-2/downloads/>
- Alessandrini, A., Site, P.D., Filippi, F., Salucci, M.V. (2012). Using rail to make urban freight distribution more sustainable. *European Transport - Trasporti Europei*, 50(Paper No. 5). <https://core.ac.uk/download/pdf/41174765.pdf>
- ALICE. (2015). *Urban Freight: research and innovation roadmap*. Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe. <https://www.etp-logistics.eu/wp-content/uploads/2015/08/W56mayo-kopie.pdf>
- Allen, J., Thorne, G., Browne, M. (2007). *Good Practice Guide on Urban Freight Transport*. BEST Urban Freight Solutions (BESTUFS), Rijswijk, Netherlands. http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/good_practice/English_BESTUFS_Guide.pdf
- Allen, J., Anderson, S., Browne, M., Jones, P. (2000). *A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows*. Summary Report, University of Westminster, London. <http://home.wmin.ac.uk/transport/download/urbandistsumm.pdf>
- Allen, J., Browne, M., Woodburn, A., Leonardi, J. (2012). The Role of Urban Consolidation Centres in Sustainable Freight Transport. *Transport Reviews*, 32(4), 473–490.
- Allen, J., Browne, M., Woodburn, A., Leonardi, J. (2014). A review of urban consolidation centres in the supply chain based on a case study approach. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 15(4), 100–112.
- Amaral, R.R., Aghezzaf, E.-H. (2015). City Logistics and Traffic Management: Modelling the Inner and Outer Urban Transport Flows in a Two-tiered System. *Transportation Research Procedia*, 6, 297–312.
- Ambrosini, C., Routhier, J.-L. (2004). Objectives, methods and results of surveys carried out in the field of urban freight transport: An international comparison. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 24(1), 57–77.
- Ambrosini, C., Gonzalez-Feliu, J., Toilier, F. (2013). A Design Methodology for Scenario-Analysis in Urban Freight Modelling. *European Transport - Trasporti Europei*, 54(Paper No. 7). <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00843286/document>

- Anand, N., van Duin, J.H.R., Tavasszy, L. (2016). Framework for Modelling Multi-stakeholder City Logistics Domain Using the Agent based Modelling Approach. *Transportation Research Procedia*, 16, 4–15.
- Anand, N., Quak, H., van Duin, J.H.R., Tavasszy, L. (2012a). City Logistics Modeling Efforts: Trends and Gaps - A Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 101–115.
- Anand, N., Yang, M., van Duin, J.H.R., Tavasszy, L. (2012b). GenCLOn: An ontology for city logistics. *Expert Systems with Applications*, 39, 11944–11960.
- Anderson, S., Allen, J., Browne, M. (2005). Urban logistics - How can it meet policy makers' sustainability objectives?. *Journal of Transport Geography*, 13, 71–81.
- Awasthi, A., Chauhan, S.S. (2012). A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. *Applied Mathematical Modelling*, 36(2), 573–584.
- Ballantyne, E., Lindholm, M., Whiteing, A. (2013). A comparative study of urban freight transport planning: Addressing stakeholder needs. *Journal of Transport Geography*, 32, 93–101.
- Banfi, S., Doll, C., Maibach, M., Rothengatter, W., Schenkel, P., Sieber, N., Zuber, J. (2000). *External Costs of Transport: Accident, Environmental and Congestion Costs in Western Europe*. Technical Report. INFRAS/IWW, Zurich, Switzerland.
- Basarić, V. (2010). *Model upravljanja raspodelom putovanja na vidove prevoza u funkciji održivog razvoja* [Doktorska disertacija]. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija.
- Basarić, V., Đorić, V., Jevđenić, A., Jović, J. (2015). Efficient Methodology for Assessment of Targets and Policy Measures for Sustainable Mobility Systems. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(3), 217–226.
- Bašić, A., Veličković, M. (2016). Stakeholder based classification of sustainable indicators in freight transportation. In R.V. Pantović, Z.S. Marković (Eds.), *Proceedings of the 24th International Conference Ecological Truth* (pp. 631–637). University of Belgrade - Technical Faculty in Bor. <https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2016.pdf>
- Behrends, S. (2016). Recent Developments in Urban Logistics Research - A Review of the Proceedings of the International Conference on City Logistics 2009 - 2013. *Transportation Research Procedia*, 12, 278–287.
- Behrends, S., Lindholm, M., Woxenius, J. (2008). The impact of urban freight transport: A definition of sustainability from an actor's perspective. *Transportation Planning and Technology*, 31(6), 693–713.
- Beuthe, M., Degrandt, F., Geerts, J.-F., Jourquin, B. (2002). External costs of the Belgian interurban freight traffic: a network analysis of their internalisation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(4), 285–301.
- Bhat, C.R., Koppelman, F.S. (1999). Activity-Based Modeling of Travel Demand. In R. Hall (Ed.), *Handbook of Transportation Science*, International Series in Operations Research &

- Management Science (Vol. 56, pp. 35–61). Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-48058-1_3.
- Bickel, P., Friedrich, R. (2005). *ExternE - Externalities of energy*. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung — IER Universität, Stuttgart, Germany. http://www.externe.info/externe_2006/brussels/methup05a.pdf
- Björklund, M., Abrahamsson, M., Johansson, H. (2017). Critical factors for viable business models for urban consolidation centres. *Research in Transportation Economics*, 64, 36–47.
- Blanes, N., Marín, A., Ramos, M.J. (2019). *Noise exposure scenarios in 2020 and 2030 outlooks for EU 28*. Eionet Report - ETC/ATNI 2019/3, Bilthoven, The Netherlands. <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etc-atni-report-3-2019-noise-exposure-scenarios-in-2020-and-2030-outlooks-for-eu-28>
- Blanes, N., Fons, J., Houthuijs, D., Swart, W., de la Maza, M.S., Ramos, M.J., Castell, N., van Kempen, E. (2017). *Noise in Europe 2017: updated assessment*. European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM), Technical Paper 2016/13, Bilthoven, The Netherlands. https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etcacm_tp_2016_13_noiseineurope2017
- Boerkamps, J.H.K., Binsbergen, A.J.V, Bovy, P.H.L. (2000). Modeling Behavioral Aspects of Urban Freight Movement in Supply Chains. *Transportation Research Record*, 1725 (Paper No. 00-0563), 17–25.
- Bohne, S., Ruesch, M., Leonardi, J. (2015). *Best Practice Handbook 3*. BESTFACT, Deliverable 2.4. http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2016/01/BESTFACT_D24_BPH_final.pdf
- Bonnafoos, A., Gonzalez-Feliu, J., Routhier, J.-L. (2013). An alternative UGM paradigm to O-D matrices: The Freturb model. *13th World Conference on Transport Research (WCTR)*, July 15-18, Rio de Janeiro, Brazil. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00844652/document>
- Brons, M., Christidis, P. (2012). *External cost calculator for Marco Polo freight transport project proposals*. Joint Research Centre of the European Commission. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72879/jrc72879.pdf>
- Browne, M., Allen, J., Leonardi, J. (2011). Evaluating the use of an urban consolidation centre and electric vehicles in central London. *IATSS Research*, 35(1), 1–6.
- Browne, M., Sweet, M., Woodburn, A., Allen, J. (2005). *Urban Freight Consolidation Centres: Final Report*. Transport Studies Group, University of Westminster. https://www.researchgate.net/publication/228761468_Urban_Freight_Consolidation_Centres_Final_Report
- Browne, M., Allen, J., Nemoto, T., Patier, D., Visser, J. (2012). Reducing Social and Environmental Impacts of Urban Freight Transport: A Review of Some Major Cities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 19–33.

- Buerklen, A. (2019). *Quantifying Parking Conflicts of (Un)Loading Bays' Usage in Santiago's CBD, Chile* [Conference Paper]. World Conference on Transport Research - WCTR 2019, 26-31 May, Mumbai, Paper No. B4_OS3_04.
- Button, K., Vega, H., Nijkamp, P. (2010). *A Dictionary of Transport Analysis*. Edward Elgar Cheltenham, United Kingdom.
- Cakić, Đ. (2009). *Oblikovanje transportnih resursa u lancima snabdevanja* [Doktorska disertacija]. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija.
- Cakić, Đ., Witzig, R. (2010). *City Logistics and Urban Passenger Transportation – Comrades or Competitors?*. European Transport Conference 2010, October 11-13, Glasgow, United Kingdom. <https://aetransport.org/public/downloads/bceM8/4567-514ec5ecc3bed.pdf>
- Calthrop, E., Proost, S. (1998). Road Transport Externalities. *Environmental and Resource Economics*, 11(3-4), 335–348.
- Cardenas, I., Borbon-Galvez, Y., Verlinden, T., van de Voorde, E., Vanelslander, T., Dewulf, W. (2017). City Logistics, Urban Goods Distribution and Last Mile Delivery and Collection. *Competition and Regulation in Network Industries*, 18(1–2), 22–43.
- CEC. (1995). *Toward Fair and Efficient Pricing in Transport: Policy Options for Internalising the External Costs of Transport in the European Union*. COM(95) 691, Brussels: Commission of the European Communities (CEC). https://europa.eu/documents/comm/green_papers/pdf/com95_691_en.pdf
- CEC. (2007). *Green Paper: Towards a new culture for urban mobility*. COM(2007) 511 final, Commission of the European Communities (CEC), Brussels, Belgium. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0551&from=EN>
- CEC. (2008). *Strategy for the Internalisation of External Costs*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2008) 435 final, Brussels: Commission of the European Communities (CEC). <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0435:FIN:EN:PDF>
- Čičak, M. (2003). *Modeliranje u železničkom saobraćaju*. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija.
- City Ports. (2005). *City Ports Project: Interim Report*. Emilia-Romagna, Bologna, Italy. https://mobilita.regione.emilia-romagna.it/allegati/pubblicazioni/quaderni-servizio-pianificazione/quaderno_7.pdf/@@download/file/quaderno_7.pdf
- Čupić, M., Tumala, R. (1997). *Savremeno odlučivanje: metode i primena* (Treće izdanje). Fakultet organizacionih nauka, Beograd, Srbija.
- Cherrett, T., Allen, J., McLeod, F., Maynard, S., Hickford, A., Browne, M. (2012). Understanding urban freight activity - key issues for freight planning. *Journal of Transport Geography*, 24, 22–32.
- CityDepot. (2019). *Local Hub*. <https://www.citydepot.be/en/solutions/city-hub/>

- CIVITAS. (2015). *Making Urban Freight Logistics More Sustainable: Smart Choices for Cities*. City Vitality and Sustainability (Civitas) Policy Note. https://www.eltis.org/sites/default/files/trainingmaterials/civ_pol-an5_urban_web-1.pdf
- Clark, C. (1958). Transport: Maker and Breaker of Cities. *The Town Planning Review*, 28(4), 237–250.
- Cohen, A.J., Anderson, H.R., Ostro, B., Pandey, K.D., Krzyzanowski, M., Künzli, N., Gutschmidt, K., Pope, A., Romieu, I., Samet, J.M., Smith, K. (2005). The Global Burden of Disease due to Outdoor Air Pollution. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A*, 68(13–14), 1301–1307.
- Comi, A., Rosati, L. (2013). CLASS: A City Logistics Analysis and Simulation Support System. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 87, 321–337.
- Comi, A., Donnelly, R., Russo, F. (2014). Urban Freight Models. In L. Tavasszy, G. de Jong (Eds.), *Modelling Freight Transport* (pp. 163–200). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410400-6.00008-2>
- Comi, A., Site, P.D., Filippi, F., Nuzzolo, A. (2011). Ex-post Assessment of City Logistics Measures: the Case of Rome. In L. Mussone, U. Crisalli (Eds.), *Proceedings of SIDT International Conference: Transport management and land-use effects in presence of unusual demand* (pp. 235–252). Franco Angeli.
- Comi, A., Buttarazzi, B., Schiraldi, M.M., Innarella, R., Varisco, M., Rosati, L. (2017). DynaLOAD: A Simulation Framework for Planning, Managing and Controlling Urban Delivery Bays. *Transportation Research Procedia*, 22, 335–344.
- Correia, V.D.A., Oliveira, L.K.D., Guerra, A.L. (2012). Economical and Environmental Analysis of an Urban Consolidation Center for Belo Horizonte City (Brazil). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 770–782.
- Crainic, T.G., Ricciardi, N., Storchi, G. (2004). Advanced Freight Transportation Systems for Congested Urban Areas. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 12(2), 119–137.
- Crainic, T.G., Ricciardi, N., Storchi, G. (2009). Models for Evaluating and Planning City Logistics Systems. *Transportation Science*, 43(4), 432–454.
- Crainic, T.G., Sforza, A., Sterle, C. (2011). *Location-Routing Models for Two-Echelon Freight Distribution System Design*. CIRRELT Technical Report, CIRRELT-2011-40, Montréal: Université de Montréal. <https://www.cirrelt.ca/documentstravail/cirrelt-2011-40.pdf>
- Crowley, K.W., Habib, P., Loebel, S., Pignataro, L.J. (1975). *Mobility of People and Goods in Urban Environment: Facilitation of Urban Goods Movement*. First year final report, DOT-TST-75-102, Washington, DC. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015075483639&view=1up&seq=3>
- Cvetanović, O., Novaković, S. (1997). *Eksterni troškovi saobraćaja: Ekološki aspekti razvoja saobraćaja i saobraćajne politike*. Želnid, Beograd, Srbija.

- Dablanc, L. (2007). Goods Transport in Large European Cities: Difficult to Organize, Difficult to Modernize. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(3), 280–285.
- Dablanc, L. (2009). *Freight transport for development toolkit: Urban freight*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington DC. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/863741468333611288/pdf/579710WP0urban0Box353787B01PUBLIC1.pdf>
- Dablanc, L., Diziain, D., Levifve, H. (2011a). Urban freight consultations in the Paris region. *European Transport Research Review*, 3(1), 47–57. <https://doi.org/10.1007/s12544-011-0049-2>
- Dablanc, L., Patier, D., Gonzalez-Feliu, J., Augereau, V., Leonardi, J., Simmeone, T., Cerdà, L. (2011b). *SUGAR. Sustainable Urban Goods Logistics Achieved by Regional and Local Policies. City Logistics Best Practices: a Handbook for Authorities*. Regione Emilia Romagna, Bologna, Italy. <http://www.sugarlogistics.eu/pliki/handbook.pdf>
- Daganzo, C.F. (2005). *Logistics Systems Analysis* (4th Edition). Springer-Verlag.
- de Jong, G., Gunn, H., Walker, W. (2004). National and international freight transport models: An overview and ideas for future development. *Transport Reviews*, 24(1), 103–124.
- Delucchi, M.A., McCubbin, D.R. (2010). *External Costs of Transport in the U.S.* Institute of Transportation Studies. <https://escholarship.org/uc/item/13n8v8gq>
- Demir, E., Huang, Y., Scholts, S., van Woensel, T. (2015). A Selected Review on the Negative Externalities of the Freight Transportation: Modeling and Pricing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 77, 95–114.
- Devin, E. (2011). *Toward a Certification of Night Delivery in Urban Freight Transport* [Conference Paper]. The 23rd IIR International Congress of Refrigeration, August 21 - 26, Prague, Czech Republic. <http://piek.cemafrroid.fr/pdf/26082011142437652.pdf>
- DfT. (2012). *Major Schemes Appraisal Road Decongestion Benefits*. Transport Analysis Guidance (TAG), Unit 3.9.5, Department for Transport, London, United Kingdom. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.375.1418&rep=rep1&type=pdf>
- DfT. (2018). *Marginal External Costs*. Transport Analysis Guidance (TAG), Unit A5.4, Department for Transport, London, United Kingdom. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/712743/webtag-tag-unit-a5.4-marginal-external-costs-may-2018.pdf
- DfT. (2020). *Social Impact Appraisal*. Transport Analysis Guidance (TAG), Unit A4.1, Department for Transport, London, United Kingdom. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/888326/tag-4.1-social-impact-appraisal.pdf
- Digiesi, S., Fanti, M.P., Mummolo, G., Silvestri, B. (2017). Externalities reduction strategies in last mile logistics: A review. *Proceedings of the IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics* (pp. 248–253). IEEE.

- Directive 70/157/EEC (1970). *The Approximation of the Laws of the Member States Relating to the Permissible Sound Level and the Exhaust System of Motor Vehicles*. The Council of the European Communities. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31970L0157&from=EN>
- Directive 1999/62/EC. (1999). *The Charging of Heavy Goods Vehicles for the Use of Certain Infrastructures*. The European Parliament and the Council of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0062&from=EN>
- Directive 2006/38/EC. (2006). *Amending Directive 1999/62/EC on the Charging of Heavy Goods Vehicles for the Use of Certain Infrastructures*. The European Parliament and the Council of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0038&from=EN>
- Directive 2011/76/EU. (2011). *Amending Directive 1999/62/EC on the charging of heavy goods vehicles for the use of certain infrastructures*. The European Parliament and the Council of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011L0076&from=EN>
- Dobranskyte-Niskota, A., Perujo, A., Pregl, M. (2007). *Indicators to Assess Sustainability of Transport Activities: Part 1: Review of the Existing Transport Sustainability Indicators Initiatives and Development of an Indicator Set to Assess Transport Sustainability Performance*. European Commission Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italy. <https://core.ac.uk/download/pdf/38617455.pdf>
- Dolati Neghabadi, P., Evrard Samuel, K., Espinouse, M.-L. (2019). Systematic Literature Review on City Logistics: Overview, Classification and Analysis. *International Journal of Production Research*, 57(3), 865–887. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1489153>
- Domínguez, A., Holguín-Veras, J., Ibeas, Á., Dell'Olio, L. (2012). Receivers' Response to New Urban Freight Policies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 54, 886–896.
- Donnelly, R., Upton, W.J., Knudson, B. (2018). Oregon's Transportation and Land Use Model Integration Program: A Retrospective. *Journal of Transport and Land Use*, 11(1), 19–30.
- Donnelly, R., Erhard, G.D., Moeckel, R., Davidson, W.A. (2010). *Advanced Practices in Travel Forecasting: A Synthesis of Highway Practice*, National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Synthesis 406, Transportation Research Board, Washington, DC. <http://www.trb.org/Publications/Blurbs/163651.aspx>
- Duffin, E. (2019). *Urbanization by continent 2019*. <https://www.statista.com/statistics/270860/urbanization-by-continent/>
- EC. (1998). *COST 321 - Urban Goods Transport*. Final Report of the Action, European Commission (EC) Directorate General Transport (DGT), Brussels, Belgium. http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0000/Temis-0000343/12678_1.pdf
- EC. (2003). *External Costs: Research Results on Socio-Environmental Damages due to Electricity and Transport*. European Commission Directorate - General for Research,

- Information and Communication Unit, Brussels, Belgium. http://www.externe.info/externe_2006/externpr.pdf
- EC. (2010). *Study on Urban Access Restrictions*. DG TREN Final Report, Rome, Italy. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/urban/studies/doc/2010_12_ars_final_report.pdf
- EC. (2011). *White Paper: Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a Competitive and Resource Efficient Transport System*. COM(2011) 144 final, European Commission (EC), Brussels, Belgium. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:EN:PDF>
- EC. (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*. European Commission (EC), Brussels, Belgium. https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf
- EC. (2019). *2018 Road Safety Statistics: What is Behind the Figures?*. Fact Sheet, European Commission (EC), Brussels, Belgium. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_19_1990
- ECORYS. (2004). *Ex ante Evaluation: Marco Polo II (2007-2013)*. Final Report-1, ECORYS, Rotterdam. The Netherlands. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/facts-fundings/evaluations/doc/2004_marco_polo.pdf
- EEA. (2013). *EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013: Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories*. Technical Report No. 12/2013, European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>
- EEA. (2014). *Noise in Europe 2014*. Report No. 10/2014, European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark. <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>
- EEA. (2016). *Explaining Road Transport Emissions: A Non-Technical Guide*. European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark. <https://www.eea.europa.eu/publications/explaining-road-transport-emissions>
- Egger, D., Ruesch, M. (2002). *Road Pricing and Urban Freight Transport: Urban Freight Platforms*. Best Practice Handbook Year 3, Best Urban Freight Solutions (BESTUFS), Deliverable 2.3, University of Westminster, London, United Kingdom. http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_I/best_practice/BESTUFS_I_Results_Best_Practice_year3.pdf
- Eidhammer, O., Andersen, J. (2014). A Socio-Economic Analysis of Harmonizing the Dimensions of Lorries and Loading Docks in Norwegian Cities – Costs, Benefits and Logistic Efficiency. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 37–47.
- Elbert, R., Friedrich, C. (2018). Simulation-Based Evaluation of Urban Consolidation Centers Considering Urban Access Regulations. In M. Rabe, A. A. Juan, N. Mustafee, A. Skoogh, S. Jain, B. Johansson (Eds.), *Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference*, (pp. 2827–2838). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WSC.2018.8632356>

- EPA. (2011). *Where the Energy Goes: Gasoline Vehicles*. Environmental Protection Agency. <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml>
- Eriksen, K.S. (2000). Calculating External Costs of Transportation in Norway: Principles and Results. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 0(1), 9–25.
- Estrada, M., Roca-Riu, M. (2017). Stakeholder's Profitability of Carrier-Led Consolidation Strategies in Urban Goods Distribution. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 104, 165–188.
- Ewers, H.J. (1994). Meinungen zur City-Logistik - Der Wissenschaftler: Nicht mit der Brechstange. *Der Handel*, 9.
- Faure, L., Burlat, P., Marquès, G. (2016). Evaluate the Viability of Urban Consolidation Centre with Regards to Urban Morphology. *Transportation Research Procedia*, 12, 348–356.
- Faure, L., Montreuil, B., Burlat, P., Marquès, G. (2014). *Ex Ante Sustainability Improvement Assessment of City Logistics Solutions: Learning from a Simple Interlinked Pooling Case* [Conference Paper]. 1st International Physical Internet Conference (IPIC 2014), May 28–30, Québec, Canada. <https://pdfs.semanticscholar.org/5dd6/25c9dfbdd21fffb85e1b06a56e74598d45f9.pdf>
- Filippi, F., Nuzzolo, A., Comi, A., Site, P.D. (2010). Ex-Ante Assessment of Urban Freight Transport Policies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6332–6342.
- Fridell, E., Belhaj, M., Wolf, C., Jerksjö, M. (2011). Calculation of External Costs for Freight Transport. *Transportation Planning and Technology*, 34(5), 413–432.
- Gago, A., Labandeira, X., Labeaga, J.M., Lopez-Otero, X. (2020). Pautas para una Reforma de la Fiscalidad del Transporte en España. *Papeles de Economía Española*, 163, 98–116.
- Galkin, A., Davidich, N., Filina-Dawidowicz, L., Davidich, Y. (2019). Improving the safety of urban freight deliveries by organization of the transportation process considering driver's state. *Transportation Research Procedia*, 39, 54–63.
- Gallo, M. (2009). Estimating External Costs of Transportation in Regional Areas. *Trimestrale del Laboratorio Territorio Mobilità e Ambiente - TeMALab*, 2(4), 59–70.
- Gammelgaard, B. (2017). Editorial. *The International Journal of Logistics Management*, 28(2), pp. 226–227. <https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2017-0051>
- Gammelgaard, B., Flint, D. (2012). Qualitative research in logistics and supply chain management: beyond the justification for using qualitative methods. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(8/9). <https://doi.org/10.1108/ijpdlm.2012.00542haa.001>
- Genovese, A., Ballantyne, E., Sgalambro, A., Rubio, S., Tob-Ogu, A., Serena, A., Jones, J. (2017). *Urban Logistics in European Local Authorities: Current Experiences and Good Practices*. ProSFeT Project, Deliverable 1.1. <http://www.prosfet.eu/PROSFET/wp-content/uploads/2018/06/ProSFeT-D1.1.pdf>
- Gentile, G., Vigo, D. (2013). Movement Generation and Trip Distribution for Freight Demand Modelling Applied to City Logistics. *European Transport - Trasporti Europei*, 54 (Paper

- No. 6), https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/8872/1/ET_2013_54_6%20Gentile%20Vigo.pdf
- Ghose, M.K. (2002). Controlling of Motor Vehicle Emissions for a Sustainable City. *TERI Information Digest on Energy and Environment*, 1(2), 273–288.
- Giuliano, G., Hanson, S. (2004). *The Geography of Urban Transportation* (3rd Edition). The Guilford Press.
- Glaister, S., Graham, D.J. (2005). An Evaluation of National Road User Charging in England. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(7–9), 632–650.
- Glavić, D., Milenković, M. (2019). Eksterni efekti u ekonomskom vrednovanju projekata. *Put i saobraćaj*, 63(3), 5–12. <http://www.putisaobracaj.rs/index.php/PiS/article/view/68>
- Gogas, M., Nathanail, E. (2017). Evaluation of Urban Consolidation Centers: A Methodological Framework. *Procedia Engineering*, 178, 461–471.
- Gonzalez-Feliu, J. (2008). *Models and Methods for the City Logistics: Two-Echelon Capacitated Vehicle Routing Problem* [Doctoral thesis]. Politecnico di Torino, Turin, Italy.
- Gonzalez-Feliu, J. (2016). *Viability and Potential Demand Capitation of Urban Freight Tramway Systems via Demand-Supply Modelling and Cost Benefit Analysis* [Conference Paper]. 6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain (ILS International Conference), June 1–4, Bordeaux, France. Kedge Business School.
- Gonzalez-Feliu, J. (2018). Sustainable Urban Logistics. ISTE, London, United Kingdom.
- Gonzalez-Feliu, J. (2019). *Logistics and Transport Modeling in Urban Goods Movement*. IGI Global.
- Gonzalez-Feliu, J., Salanova-Grau, J.-M. (2014). *How the Location of Urban Consolidation and Logistics Facility has an Impact on the Delivery Costs? An Accessibility Analysis* [Conference Paper]. Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment, April 14–17, Paris, France. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01053882v2/document>
- Gonzalez-Feliu, J., Cedillo-Campo, M.G., García-Alcaraz, J.L. (2014a). An Emission Model as an Alternative to O-D Matrix in Urban Goods Transport Modelling. *Dyna*, 81(187), 249–256.
- Gonzalez-Feliu, J., Taniguchi, E., D’Arcier, B.F. (2014b). Financing Urban Logistics Projects: From Public Utility to Public-Private Partnerships. In J. Gonzalez-Feliu, F. Semet, J.-L. Routhier (Eds.), *Sustainable Urban Logistics: Concepts, Methods and Information Systems*, EcoProduction Series (pp. 245–265). Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31788-0_13
- Guajardo, M. (2018). Environmental Benefits of Collaboration and Allocation of Emissions in Road Freight Transportation. In V. Zeimpekis, E. Aktas, M. Bourlakis, I. Minis (Eds.), *Sustainable Freight Transport: Theory, Models, and Case Studies* (Vol. 63, pp. 79–98). https://doi.org/10.1007/978-3-319-62917-9_6

- Guerra, S. (2013). *Energy-Efficient and Sustainable Freight Logistics Solutions in Small-/Mid-Size Historic Towns: ENCLOSE pilots Report*. Energy Efficiency in City Logistics Services for Small and Mid-Sized European Historic Towns (ENCLOSE) Project, Deliverable 3.3. http://www.enclose.eu/upload_en/file/D3_3_Pilot%20Measures%20Report_final.pdf
- Ha, D-H., Combes, F. (2016). Building a Model of Freight Generation with a Commodity Flow Survey, In U. Clausen, H. Friedrich, C. Thaller, C. Geiger (Eds.), *Commercial Transport: Proceedings of the 2nd Interdisciplinary Conference on Production Logistics and Traffic 2015*, Lecture Notes in Logistics (pp. 23-37). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21266-1_2
- Halatsis, A., Gagatsi, E., Chrysochoou, E., Stathacopoulos, A., Xenou, E. (2016). “*Understanding Cities*” Tool. New Cooperative Business Models and Guidance for Sustainable City Logistics (NOVELOG), Deliverable 2.3. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5aa96838e&appId=PPGMS>
- Havenga, J. (2015). Macro-Logistics and Externality Cost Trends in South Africa – Underscoring the Sustainability Imperative. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 18(2), 118–139.
- Herzog, B.O. (2010). *Urban Freight in Developing Cities - Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities*. Module 1g, Division 44 Water, Energy, Transport. https://energypedia.info/images/1/13/Urban_Freight_in_Developing_Cities_%28en%29.pdf
- Holguín-Veras, J. (2000). Framework for an Integrative Freight Market Simulation. *Proceedings of the 3rd Annual Intelligent Transportation Systems Conference* (pp. 476–481). <https://doi.org/10.1109/ITSC.2000.881115>
- Holguín-Veras, J. (2008). Necessary Conditions for Off-Hour Deliveries and the Effectiveness of Urban Freight Road Pricing and Alternative Financial Policies in Competitive Markets. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(2), 392–413.
- Holguín-Veras, J., Patil, G.R. (2005). Observed Trip Chain Behavior of Commercial Vehicles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1906(1), 74–80.
- Holguín-Veras, J., Marquis, R., Brom, M. (2012). Economic Impacts of Staffed and Unassisted Off-Hour Deliveries in New York City. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 34–46.
- Holguín-Veras, J., Sánchez-Díaz, I., Browne, M. (2016). Sustainable Urban Freight Systems and Freight Demand Management. *Transportation Research Procedia*, 12, 40–52.
- Holguín-Veras, J., Jaller, M., Destro, L., Ban, X., Lawson, C., Levinson, H.S. (2011). Freight Generation, Freight Trip Generation, and Perils of Using Constant Trip Rates.

- Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2224(1), 68–81.
- Holguín-Veras, J., Encarnación, T., González-Calderón, C.A., Winebrake, J., Wang, C., Kyle, S., ... Garrido, R. (2018). Direct Impacts of Off-Hour Deliveries On Urban Freight Emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 84–103.
- Holland, M., Pye, S., Watkiss, P., Droste-Franke, B., Bickel, P. (2005). *Damages per Tonne Emission of PM_{2.5}, NH₃, SO₂, NO_x and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and Surrounding Seas: Service Contract for Carrying Out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Related Issues, in Particular in the Clean Air For Europe (CAFE) Programme*. AEA Technology Environment, Didcot, United Kingdom.
<http://www.fondation-2019.fr/ged/public/uploads/5a6df3a94baf2c7dc2bdcdbde95ddc717.pdf>
- Hölser, T., Bischoff, L. (2002). *Wirtschaftsverkehr in Ballungsräumen*. <http://www.vsl.tu-harburg.de/gv/5/test?menu=5a&inhalt=5a11>
- Huang, S.K., Kuo, L., Chou, K.L. (2016). The Applicability of Marginal Abatement Cost Approach: A Comprehensive Review. *Journal of Cleaner Production*, 127, 59–71.
- Hutchinson, B.G. (1974). Estimating Urban Goods Movement Demands. *Transportation Research Record*, 496, 1-15.
- IPCC. (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf
- IRU. (2007). *European Truck Accident Causation (ETAC)*. A Scientific Study Executive Summary and Recommendations, International Road Transport Union (IRU), Geneva, Switzerland. <https://www.iru.org/sites/default/files/2016-01/en-2007-etac-study.pdf>
- Isserman, H. (1994). Logistik im Unternehmen - eine einföhrung. In H. Isserman (Ed.), *Logistik - Beschaffung, Produktion, Distribution* (pp. 21–43). Verlag Moderne Industrie.
- IUCN. (2005). *The IUCN Programme 2005 – 2008: Many Voices, One Earth*. Adopted at the 3rd World Conservation Congress, International Union for Conservation of Nature, Gland, Switzerland. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCC-3rd-002.pdf>
- Jamshidi, A., Jamshidi, F., Ait-Kadi, D., Ramudhin, A. (2019). A Review of Priority Criteria and Decision-Making Methods Applied in Selection of Sustainable City Logistics Initiatives and Collaboration Partners. *International Journal of Production Research*, 57(15–16), 5175–5193.
- Janic, M. (2007). Modelling the Full Costs of an Intermodal and Road Freight Transport Network. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(1), 33–44.
- Janjevic, M. (2016). *Urban Freight Consolidation Platforms as a Means of Decreasing Costs and Enhancing Performance of Urban Logistics Chains within the Framework of a Market*

- Economy – Application to Brussels-Capital* [Doctoral thesis]. Ecole Polytechnique de Bruxelles, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgium.
- Janjevic, M., Lebeau, P., Ndiaye, A.B., Macharis, C., van Mierlo, J., Nsamzinshuti, A. (2016). Strategic Scenarios for Sustainable Urban Distribution in the Brussels-capital Region Using Urban Consolidation Centres. *Transportation Research Procedia*, 12, 598–612.
- Janssen, T., Vollmer, R. (2005). *Development of a Urban Commercial Transport Model for Smaller Areas*. German Society for Geography Annual Meeting, Berlin.
- Jereb, B., Kumperščak, S., Bratina, T. (2018). The Impact of Traffic Flow on Fuel Consumption Increase in the Urban Environment. *FME Transactions*, 46(2), 278–284.
- Jochem, P., Doll, C., Fichtner, W. (2016). External Costs of Electric Vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 42, 60–76.
- Johansson, H. (2018). *Urban Consolidation Centres: On Relationships Between Customer Needs and Services in City Logistics* [Licentiate thesis]. Linköping University, Linköping, Sweden.
- Johansson, H., Björklund, M. (2017). Urban Consolidation Centres: Retail Stores' Demands for UCC Services. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 47(7), 646–662.
- ЈП Урбанизам. (2004). *Студија о условима и оправданости изградње робно транспортног центра у Новом Саду*. Завод за урбанизам, Нови Сад. <http://www.nsurbanizam.rs/sites/default/files/1522-Studija%20o%20uslovima%20i%20opravdanosti%20izgradnje%20RTC.pdf>
- ЈП Урбанизам. (2009). *Саобраћајна студија Града Новог Сада са динамиком уређења саобраћаја (НОСТРАМ)*. Завод за урбанизам, Нови Сад. <http://www.nsurbanizam.rs/sites/default/files/1770%20Saobracajna%20studija-NOSTRAM-.pdf>
- Kaplanović, S.M. (2012). *Internalizacija eksternih troškova u funkciji obezbeđenja održivog razvoja drumskog saobraćaja* [Doktorska disertacija]. Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija.
- Karner, T., Weninger, B., Schuster, S., Fleck, S., Kaminger, I. (2017). Improving Road Freight Transport Statistics by Using a Distance Matrix. *Austrian Journal of Statistics*, 46(2), 65–80.
- Kasnatscheew, A., Heinl, F., Schoenebeck, S., Lerner, M., Hosta, P. (2016). *Review of European Accident Cost Calculation Methods – With Regard to Vulnerable Road Users*. InDeV Project, Deliverable 5.1. https://www.bast.de/InDeV/EN/Documents/pdf/review-cost-calculation.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Kijewska, K., Konicki, W., Iwan, S. (2016). Freight Transport Pollution Propagation at Urban Areas Based on Szczecin Example. *Transportation Research Procedia*, 14, 1543–1552.

- Kin, B., Verlinde, S., van Lier, T., Macharis, C. (2016). Is There Life After Subsidy for an Urban Consolidation Centre? An Investigation of the Total Costs and Benefits of a Privately-Initiated Concept. *Transportation Research Procedia*, 12, 357–369.
- Kloth, M., Vancluysen, K., Clement, F. (2008). *Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans: Recommendations from the SILENCE Project*. SILENCE Project. https://www.polisnetwork.eu/wp-content/uploads/2019/06/silence_handbook_local-noise-action-plans-2.pdf
- Kohler, U. (1997). *An Innovating Concept for City-Logistics* [Conference Paper, Paper No. 2381]. The 4th World Congress on Intelligent Transportation Systems: Mobility for Everyone, October 21-24, Berlin, Germany.
- Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., Varma, A., Cox, V. (2014). *Update of the Handbook on External Costs of Transport*. Final Report, Ricardo-AEA. https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/handbook_on_external_costs_of_transport_2014_0.pdf
- Kotowska, I. (2019). Assessing the External Costs of Urban Transport Investments: A Socioeconomic Analysis. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, 60(132), 41–46.
- Kotowska, I., Iwan, S., Kijewska, K., Jedliński, M. (2018). Assumptions of Social Cost–Benefit Analysis for Implementing Urban Freight Transport Measures. In E. Taniguchi, R. G. Thompson (Eds.), *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives* (pp. 291-312). ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781119425526.ch18>
- Kwon, J., Mauch, M., Varaiya, P. (2006). Components of Congestion: Delay from Incidents, Special Events, Lane Closures, Weather, Potential Ramp Metering Gain, and Excess Demand. *Transportation Research Record*, 1959(1), 84–91.
- Leonardi, J., Browne, M., Allen, J. (2012). Before-After Assessment of a Logistics Trial with Clean Urban Freight Vehicles: A Case Study in London. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 146–157.
- Lin, J., Chen, Q., Kawamura, K. (2016). Sustainability SI: Logistics Cost and Environmental Impact Analyses of Urban Delivery Consolidation Strategies. *Networks and Spatial Economics*, 16, 227–253.
- Lindholm, M. (2010). A Sustainable Perspective on Urban Freight Transport: Factors Affecting Local Authorities in the Planning Procedures. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6205–6216.
- Lindholm, M. (2013). Urban Freight Transport from a Local Authority Perspective - A literature Review. *European Transport - Trasporti Europei*, 54(Paper No. 3). <https://core.ac.uk/download/pdf/41177116.pdf>
- Litman, T. (1999). *Transportation Cost Analysis for Sustainability*. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC. <https://vtpi.org/sustain.pdf>

- Lohse, D. (2004). *Travel Demand Modelling with Model EVA - Simultaneous Model for Trip Generation, Trip Distribution and Mode Choice* [Working paper]. TU Dresden.
- Long, J., Gao, Z., Ren, H., Lian, A. (2008). Urban Traffic Congestion Propagation and Bottleneck Identification. *Science in China Series F: Information Sciences*, 51(7), 948–964.
- Macharis, C., Kin, B. (2017). The 4 A's of sustainable city distribution: Innovative solutions and challenges ahead. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(2), 59–71.
- Macharis, C., Melo, S. (2011). *City Distribution and Urban Freight Transport: Multiple Perspectives*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, United Kingdom.
- Macharis, C., Milan, L., Verlinde, S., Balm, S., Quak, H., Estrada, M., Roca-Riu, M., Macario, M., Filipe, L.N., Andersen, J. (2012). *Description of Evaluation Framework and Guidelines for Use*. Strategies and Measures for Smarter Urban Freight Solutions (STRAIGHTSOL) Project, Deliverable 3.4. <https://drive.google.com/file/d/0ByCtQR4yIfYDZ0hqb1dMbmtVNU0/edit>
- Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H., Boon, B.H., Smokers, R., Schroten, A., Doll, C., Pawlowska, B., Bak, M. (2008). *Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector*. Internalisation Measures and Policies for All External Cost of Transport (IMPACT) Study, Report Version 1.1, Delft, CE., https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/sustainable/doc/2008_costs_handbook.pdf
- Mangan, J., Lalwani, C., Gardner, B. (2004). Combining quantitative and qualitative methodologies in logistics research. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 34(7), 565–578.
- Marcucci, E., Danielis, R. (2008). The Potential Demand for a Urban Freight Consolidation Centre. *Transportation*, 35(2), 269–284.
- Marcucci, E., Gatta, V. (2017). Investigating the Potential for Off-Hour Deliveries in the City of Rome: Retailers' Perceptions and Stated Reactions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 102, 142–156.
- Martínez, L.M., Viegas, J.M., Silva, E.A. (2007). Zoning Decisions in Transport Planning and Their Impact on the Precision of Results. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1994(1), 58–65.
- Martínez, L.M., Viegas, J.M., Silva, E.A. (2009). A Traffic Analysis Zone Definition: A new Methodology and Algorithm. *Transportation*, 36(5), 581–599.
- Maslarić, M. (2014). *Razvoj modela upravljanja logističkim rizicima u lancima snabdevanja* [Doktorska disertacija]. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija.
- Mayeres, I., Ochelen, S., Proost, S. (1996). The Marginal External Costs of Urban Transport. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 1(2), 111–130.
- Mayeres, I., Proost, S., Vandercruyssen, D., De Nocker, L., Int Panis, L., Wouters, G., De Borger, B. (2001). *The External Costs of Transportation*. Sustainable Mobility Programme,

- Summary Report, Federal Office for Scientific, Technical and Cultural Affairs, State of Belgium.
- https://www.belspo.be/belspo/organisation/Publ/pub_ostc/mobil/rapp04syn_en.pdf
- McAuley, J. (2010). External Costs of Inter-Capital Freight in Australia [Conference Paper]. 33rd Australasian Transport Research Forum (ATRF2010), September 29 – October 1, Canberra, Australia. https://www.bitre.gov.au/sites/default/files/sp_001_McAuley.pdf
- McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., Piecyk, M. (2015). *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics* (3rd Edition). Kogan Page Limited.
- MDS Transmodal. (2012). *DG MOVE European Commission: Study on Urban Freight Transport*. Final Report, MDS Transmodal Limited, Chester, United Kingdom. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/urban/studies/doc/2012-04-urban-freight-transport.pdf>
- Melo, S., Baptista, P., Costa, Á. (2014). The Cost and Effectiveness of Sustainable City Logistics Policies Using Small Electric Vehicles. In C. Macharis, S. Melo, J. Woxenius, T. van Lier (Eds.), *Sustainable Logistics* (Vol. 6, pp. 295–314). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S2044-994120140000006012>
- Mommens, K., Lebeau, P., Verlinde, S., van Lier, T., Macharis, C. (2018). Evaluating the Impact of Off-Hour Deliveries: An Application of the Transport Agent-based Model. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 62, 102–111.
- Mora, L., Bolici, R., Deakin, M. (2017). The First Two Decades of Smart-City Research: A Bibliometric Analysis. *Journal of Urban Technology*, 24(1), 3–27.
- Morfoulaki, M., Kotoula, K., Stathacopoulos, A., Mikiki, F., Aifadopoulou, G. (2016). Evaluation of Specific Policy Measures to Promote Sustainable Urban Logistics in Small-medium Sized Cities: The Case of Serres, Greece. *Transportation Research Procedia*, 12, 667–678.
- Mostert, M., Limbourg, S. (2016). External Costs as Competitiveness Factors for Freight Transport - A State of the Art. *Transport Reviews*, 36(6), 692–712.
- Muñuzuri, J., Larrañeta, J., Onieva, L., Cortés, P. (2005). Solutions Applicable by Local Administrations for Urban Logistics Improvement. *Cities*, 22(1), 15–28.
- Nash, C. (2000). *Pricing European Transport Systems (PETS)*. Project funded by the European Commission under the Transport RTD programme of the the 4th programme framework, Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds. <https://trimis.ec.europa.eu/sites/default/files/project/documents/pets.pdf>
- Näslund, D. (2002). Logistics needs qualitative research – especially action research. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(5), 321–338.
- Nathanail, E., Adamos, G., Karakikes, I., Mitropoulos, L. (2019). Does the Implementation of Urban Freight Transport Policies and Measures Affect Stakeholders' Behavior?. In E. Nathanail, I. Karakikes (Eds.), *Data Analytics: Paving the Way to Sustainable Urban*

- Mobility* (Vol. 879, pp. 631-638). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-02305-8_76
- Nathanail, E., Mitropoulos, L., Adamos, G., Gogas, M., Karakikes, I., Iwan, S., ... Chrysostomou, K. (2016). *Evaluation Tool*. New cooperative business models and guidance for sustainable city logistics (NOVELOG) Project, Deliverable 3.2, <http://novelog.eu/downloads-2/downloads/>
- Navrud, S. (2009). *Value Transfer Techniques and Expected Uncertainties*. New Energy Externalities Developments for Sustainability (NEEDS) Project, Deliverable 2.1. http://www.needs-project.org/2009/Deliverables/Needs_Rs3a_D2.1.doc
- Nesterova, N., Quak, H., Balm, S., Roche-Cerasi, I., Tretvik, T. (2013). *State of the Art of the Electric Freight Vehicles Implementation in City Logistics*. FREVUE Project, Deliverable 1.3. http://frevue.eu/wp-content/uploads/2016/05/FREVUE_D1-3_State_of_the_art_city_logistics_and_EV_FINAL-3312014_137-PM.pdf
- Newbery, D.M. (1990). Pricing and Congestion: Economic Principles Relevant to Pricing Roads. *Oxford Review of Economic Policy*, 6(2), 22-38.
- Nuzzolo, A., Comi, A. (2013). Tactical and Operational City Logistics: Freight Vehicle Flow Modelling. In M. Ben-Akiva, H. Meersman, E. van de Voorde (Eds.), *Freight Transport Modelling* (pp. 433-451). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/9781781902868-021>
- Nuzzolo, A., Comi, A. (2014). Urban Freight Demand Forecasting: A Mixed Quantity/Delivery/Vehicle-based Model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 65(1), 84-98.
- Nuzzolo, A., Comi, A. (2015). Urban Freight Transport Policies in Rome: Lessons Learned and the Road Ahead. *Journal of Urbanism*, 8(2), 133-147.
- Nuzzolo, A., Coppola, P., Comi, A. (2013). Freight Transport Modeling: Review and Future Challenges. *International Journal of Transport Economics*, 40(2), 151-181.
- Nuzzolo, A., Crisalli, U., Comi, A. (2012). A Trip Chain Order Model for Simulating Urban Freight Restocking. *European Transport - Trasporti Europei*, 50(Paper No. 7). https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/6115/1/D_NUZZOLO_et%20-%20ET2012.50.07.pdf
- Nuzzolo, A., Crisalli, U., Comi, A., Galuppi, S. (2010). *Demand Models for the Estimation of Urban Goods Movements: An Application to the City of Rome* [Conference Paper]. In J. M. Viegas, R. Macario (Eds.), *Selected Proceedings of the 12th World Conference on Transportation Research (WCTR 2010)*, July 11-15, Lisbon, Portugal. <https://www.wctrs-society.com/wp-content/uploads/abstracts/lisbon/selected/02752.pdf>
- OECD. (2003). *Delivering the Goods: 21st Century Challenges to Urban Goods Transport*. Organisation for Economic Co-Operation and Development, Technical Report, OECD Publishing, Paris, France. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/03deliveringgoods.pdf>

- Ogden, K.W. (1992). *Urban Goods Movement: A Guide to Policy and Planning*. Ashgate Publishing Company, Aldershot, England.
- Ormond, P., Telhada, J. (2017). *Using Urban Consolidation Centre with Cyclocargos Support to Increase the Performance and Sustainability of Urban Logistics: A Literature Review and a Case Study in the City of São Paulo* [Conference Paper]. 3rd International Conference on Energy and Environment: Bringing Together Engineering and Economics, June 29-30, Porto, Portugal. <http://hdl.handle.net/1822/53011>
- Ortolani, C., Persona, A., Sgarbossa, F. (2009). *Modelling External Transport Costs in Distribution Networks* [Conference Paper]. POMS 20th Annual Conference, May 1–4, Orlando, Florida. <https://www.pomsmeetings.org/confpapers/011/011-0229.pdf>
- Ortolani, C., Persona, A., Sgarbossa, F. (2011). External Cost Effects and Freight Modal Choice: Research and Application. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 14(3), 199–220.
- Ortúzar, J. de D., Willumsen, L.G. (2011). *Modelling Transport* (4th Edition). John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, United Kingdom.
- Paddeu, D. (2017). The Bristol-Bath Urban freight Consolidation Centre from the Perspective of its Users. *Case Studies on Transport Policy*, 5(3), 483–491.
- Pandolfo, P. (n.d.). *Cityporto*. <http://www.interportopd.it/en/cityporto/>
- Papoutsis, K., Nathanail, E. (2016). Facilitating the Selection of City Logistics Measures through a Concrete Measures Package: A Generic Approach. *Transportation Research Procedia*, 12, 679–691.
- Papoutsis, K., Dewulf, W., Vanellander, T., Nathanail, E. (2018). Sustainability Assessment of Retail Logistics Solutions using External Costs Analysis: A Case-Study for the City of Antwerp. *European Transport Research Review*, 10(34). <https://doi.org/10.1186/s12544-018-0297-5>
- Parezanović, T., Pejčić Tarle, S., Petrović, N. (2014). A Multi-Criteria Decision Making Approach for Evaluating Sustainable City Logistics Measures. In M. Jovanović (Ed.), *Proceedings of the 5th International Conference Transport and Logistics* (pp. 81–86). University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering. <http://til2014.masfak.ni.ac.rs/elementi/16.pdf>
- Pearce, D.W., Howarth, A. (2000). *Cost Benefit Analysis and Policy Responses*. Technical Report on Methodology, RIVM. https://ec.europa.eu/environment/enveco/economics_policy/pdf/studies/methodology.pdf
- Petrović Vujačić, J., Zečević, S. (2013). Financing City Logistics Solutions with Focus on Belgrade. In M. Vidović, M. Kilibarda, S. Zečević, M. Miljuš, G. Radivojević (Eds.), *Proceedings of the 1st Logistics International Conference* (pp. 116–120). University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering. <http://logic.sf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2013/12/ONLINE-Proceedings-LOGIC-2013.pdf>

- Piecyk, M., McKinnon, A., Allen, J. (2015). Evaluating and Internalizing the Environmental Costs of Logistics. In A. McKinnon, M. Browne, A. Whiteing, M. Piecyk (Eds.), *Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics* (3rd Edition, pp. 80–103). Kogan Page Limited.
- Pigman, J.G., Rizenbergs, R.L., Herd, D.R. (1978). *Analysis of Weekday, Weekend, and Holiday Accident Frequencies*. Interim Report No. 546. <https://pdfs.semanticscholar.org/82af/5eeaa04139dd951526b3840695ee549fcad6.pdf>
- Pigou, A.C. (1923). *The Economics of Welfare*. Macmillan, London, United Kingdom.
- PTV. (2015). *BESTFACT: Best Practice Factory for Freight Transport Funding*. Planung Transport Verkehr (PTV), Final Report. http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2017/03/Final_Report_public.pdf
- Pyza, D. (2011). Transport Service of a Cargo Consolidation Centre with Respect to Logistics Service of Urban Agglomerations. In A. Pratelli, C.A. Brebbia (Eds.), *Urban Transport XVII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century* (Vol. 116, pp. 31–42). WIT Press. <https://doi.org/10.2495/UT110031>
- Quak, H. (2008). *Sustainability of Urban Freight Transport - Retail Distribution and Local Regulations in Cities* [Doctoral thesis]. Erasmus University Rotterdam, Rotterdam, Netherlands.
- Quak, H. (2011). Urban Freight Transport: The Challenge of Sustainability. In C. Macharis, S. Melo (Eds.), *City Distribution and Urban Freight Transport* (pp. 37–55). Edward Elgar Publishing Limited. <https://doi.org/10.4337/9780857932754.00008>
- Quak, H., Balm, S., Posthumus, B. (2014). Evaluation of City Logistics Solutions with Business Model Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 111–124.
- Raicu, S., Costescu, D., Burciu, S. (2020). Distribution System with Flow Consolidation at the Boundary of Urban Congested Areas. *Sustainability*, 12(3), 1–17.
- Ranaiefar, F., Regan, A. (2011). Freight-Transportation Externalities. In R. Farahani, S. Rezapour, L. Kardar, *Logistics Operations and Management: Concepts and Models* (pp. 333–358). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385202-1.00016-5>
- Ranieri, L., Digiesi, S., Silvestri, B., Roccotelli, M. (2018). A Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision. *Sustainability*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030782>
- Rao, C., Goh, M., Zhao, Y., Zheng, J. (2015). Location selection of city logistics centers under sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36, 29–44.
- Regan, A., Garrido, R. (2002). Modeling Freight Demand and Shipper Behaviour: State of the Art, Future Directions. In D.A. Hensher (Ed.), *Travel Behaviour Research: The Leading Edge* (pp. 185–215). Pergamon Press.
- Riley, G. (2016). *Negative Externalities*. Study notes. <https://www.tutor2u.net/economics/reference/negative-externalities>

- Roberts, P.O., Kullman, B.C. (1979). Urban goods movement: Behavioural demand - forecasting procedures. In D. A. Hensher, P. R. Stopher (Eds.), *Behavioural travel modelling* (pp. 553–576). Croom Helm, London, United Kingdom.
- Rodrigue, J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems* (5th Edition). Routledge, New York.
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., Slack, B. (2017). *The Geography of Transport Systems* (4th Edition). Routledge, New York.
- Rodrigue, J.-P., Notteboom, T., Shaw, J. (2013). *The SAGE handbook of transport studies*. SAGE.
- Rothengatter, W. (1996). Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland. *VDI Berichte*, 1250, 91–105.
- Routhier, J.-L., Toilier, F. (2007). *FRETURB V3, A Policy Oriented Software of Modelling Urban Goods Movement* [Conference Paper]. 11th World Conference on Transport Research, Jun 24–28, Berkeley, California. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00963847/document>
- Rumar, K. (1982). The Human Factor in Road Safety. *Proceedings of the 11th Australian Road Research Board Conference* (pp. 65–80). ARRB, Melbourne, Australia.
- Ruske, W. (1994). *City Logistics - Solutions for Urban Commercial Transport by Cooperative Operations Management*. Proceedings of the OECD Seminar on Advanced Road Transport Technologies (pp. 195–228). <https://trid.trb.org/View/414905>
- Russo, F., Comi, A. (2002). Urban Freight Movement: A Quantity Attraction Model. In L.J. Sucharov, C.A. Brebbia (Eds.), *Urban Transport VIII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century* (Vol. 60, pp. 831–840). WIT Press. <https://doi.org/10.2495/UT020801>
- Russo, F., Comi, A. (2010). A Classification of City Logistics Measures and Connected Impacts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6355–6365.
- Russo, F., Comi, A. (2012). City Characteristics and Urban Goods Movements: A Way to Environmental Transportation System in a Sustainable City. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 61–73.
- РЗС. (2012). *Национална припадност: Подаци по општинама и градовима*. Попис становништва, домаћинства и станова 2011. у Републици Србији, Књига 1, Републички завод за статистику, Београд, Србија. <http://media.popis2011.stat.rs/2012/Nacionalna%20pripadnost-Ethnicity.pdf>
- Saaty, R.W. (1987). The Analytic Hierarchy Process - What it is and How it is Used. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161–176.
- Sampaio, C., Coelho, M.C., Macedo, E., Bandeira, J.M. (2020). *Integrating Environmental Impacts in an Intercity Corridor Level Pricing Scheme* [Conference Paper]. 8th Transport Research Arena: Rethinking transport – towards clean and inclusive

- mobility. <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/TRA2020-Book-of-Abstract-Traficom-research-publication.pdf>
- Santos, G. (2017). Road Fuel Taxes in Europe: Do They Internalize Road Transport Externalities?. *Transport Policy*, 53, 120–134.
- Santos, G., Behrendt, H., Maconi, L., Shirvani, T., Teytelboym, A. (2010). Part I: Externalities and Economic Policies in Road Transport. *Research in Transportation Economics*, 28(1), 2–45.
- Sarkar, P.K., Maitri, V., Joshi, G.J. (2015). *Transportation Planning: Principles, Practices and Policies*. PHI Learning Private Limited.
- Savković, T., Miličić, M., Tanackov, I., Pitka, P., Kolečka, D. (2020). Short-Term and Long-Term Impacts of Eco-Driving on Dynamics of Driving Behaviour and Operating Parameters. *Transport*, 35(2), 143–155.
- Schoemaker, J., Allen, J., Huschebeck, M., Monigl, J. (2006). *Quantification of Urban Freight Transport Effects I*. Best Urban Freight Solutions II (BESTUFS II) Project. Deliverable 5.1. http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/key_issuesII/BESTUF_Quantification_of_effects.pdf
- SENDECO2. (2016). *European Bourse for European Unit Allowances and Carbon Credits*. Sistema Europeo de Negociación de CO2 (SENDECO2). www.sendeco2.com
- Sheth, M., Butrina, P., Goodchild, A., McCormack, E. (2019). Measuring Delivery Route Cost Trade-Offs Between Electric-Assist Cargo Bicycles and Delivery Trucks in Dense Urban Areas. *European Transport Research Review*, 11(11), 1–12.
- Simoni, M.D., Bujanovic, P., Boyles, S.D., Kutanoglu, E. (2018). Urban Consolidation Solutions for Parcel Delivery Considering Location, Fleet and Route Choice. *Case Studies on Transport Policy*, 6(1), 112–124.
- Skrúcaný, T., Šarkan, B., Figlus, T., Synák, F., Vrábel, J. (2017). *Measuring of Noise Emitted by Moving Vehicles*. Conference on Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering (DYN-WIND), May 21-25, Trstena, Slovakia. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710700072>
- Службени гласник РС (2019). *Закон о науци и истраживањима*. Службени гласник РС, број 49 од 8. јула. <http://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2019/07/Zakon-o-nauci.pdf>
- Службени лист Града Новог Сада (2006). Генерални план Града Новог Сада до 2021. године (пречишћен текст). *Службени лист Града Новог Сада*, XXVI(39).
- Службени лист Града Новог Сада (2008). Решење о утврђивању режима саобраћаја за теретна моторна возила преко Моста слободе у Новом Саду. *Службени лист Града Новог Сада*, XXVII(7). <https://skupstina.novisad.rs/wp-content/uploads/2016/12/SI-07-2008.pdf>

- Службени лист Града Новог Сада (2009). Решење о заштити и утврђивању посебног режима саобраћаја у ужем центру града Новог Сада. *Службени лист Града Новог Сада*, XXVIII (37). <https://skupstina.novisad.rs/wp-content/uploads/2016/12/Sl-37-2009.pdf>
- Службени лист Града Новог Сада (2012). Решење о утврђивању режима саобраћаја за теретна возила на територији града Новог Сада. *Службени лист Града Новог Сада*, XXXI (49). <https://skupstina.novisad.rs/wp-content/uploads/2016/12/Sl-49-2.pdf>
- Службени лист Града Новог Сада (2019). Програм подршке за спровођење пољопривредне политике и политике руралног развоја Града Новог Сада за 2019. годину. *Службени лист Града Новог Сада*, XXXVIII(23). <https://skupstina.novisad.rs/wp-content/uploads/2019/05/sl-23-2019.pdf>
- Snyder, H. (2019). Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Sonntag, H. (1985). A Computer Model of Urban Commercial Traffic: Analysis, Basic Concept and Application. *Transport Policy & Decision Making*, 3(2), 171–180.
- Spasić, M., Veličković, M., Stojanović, Đ. (2019). The Impact of Double-Parked Delivery Vehicles on Traffic Congestion in Urban Areas. In V. Bogdanović (Ed.), *Proceedings of the 7th International Conference Towards a Humane City: Environmentally Friendly Mobility* (pp. 49-55). Department for Traffic Engineering, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad. https://www.dropbox.com/s/95zjnjm3npxzzfr/Conference%20proceedings%20TAHC_2019.pdf?dl=0
- Stakić, B., Jezdimirović, M. (2012). *Javne finansije* (Šesto izmenjeno izdanje). Univerzitet Singidunum, Beograd, Srbija.
- Stefan, K.J., McMillan, J.D.P., Hunt, J.D. (2005). Urban Commercial Vehicle Movement Model for Calgary, Alberta, Canada. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1921(1), 1–10.
- Стојановић, Ђ., Величковић, М., Гајић, В. (2012). Развој еколошки оријентисане урбане логистике. *Ecologica*, 19(66), 205–210.
- Стојановић, Ђ., Масларић, М., Величковић, М., Мирчетић, Д., Илин, В., Бјељац, П. (2017). *Калкулатор екстерних трошкова у друмском робном транспорту (KET1.0)*. Техничко решење.
- Sugden, T.M., Radcliffe, S.W., Thrush, B.A. (1979). The Classification of Pollutants and their Pathways in the Atmosphere [and Discussion]. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 290(1376), 469–476.
- Swarts, S., King, D., Simpson, Z., Havenga, J., Goedhals-Gerber, L. (2012). Calculation of Freight Externality Costs for South Africa. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 6(1), 207–222.

- Tadić, S. (2014). *Modeliranje performansi integrisanih city logističkih sistema* [Doktorska disertacija]. Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija.
- Tadić, S., Zečević, S. (2016a). A Framework for Structuring City Logistics Initiatives. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 6(3), 243–252.
- Tadić, S., Zečević, S. (2016b). *Modeliranje koncepcija city logistike*. Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Beograd, Srbija.
- Tadić, S., Zečević, S., Krstić, M. (2014a). A Novel Hybrid MCDM Model Based on Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP and Fuzzy VIKOR for City Logistics Concept Selection. *Expert Systems with Applications*, 41(18), 8112–8128.
- Tadić, S., Zečević, S., Krstić, M. (2014b). Inicijative city logistike u cilju poboljšanja održivosti promenom konteksta urbane sredine. *Tehnika – Saobraćaj*, 61(5), 834–843.
- Tadić, S., Zečević, S., Krstić, M. (2017). Sustainability of the City Logistics Initiatives. In Milorad Vidović, M. Kilibarda, S. Zečević, M. Miljuš, G. Radivojević (Eds.), *Proceedings of the 3rd Logistics International Conference* (pp. 44–49). University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering. <http://logic.sf.bg.ac.rs/wp-content/uploads/2017/LOGIC%202017%20Proceedings%20b5.pdf>
- Taefi, T.T., Kreutzfeldt, J., Held, T., Konings, R., Kotter, R., Lilley, S., ... Nyquist, C. (2016). Comparative Analysis of European Examples of Freight Electric Vehicles Schemes - A Systematic Case Study Approach with Examples from Denmark, Germany, the Netherlands, Sweden and the UK. In H. Kotzab, J. Pannek, K-D. Thoben (Eds.), *Dynamics in Logistics* (pp. 495–504). Springer International Publishing Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23512-7_48
- Taniguchi, E. (2014). Concepts of City Logistics for Sustainable and Liveable Cities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 151, 310–317.
- Taniguchi, E. (2015). City Logistics for Sustainable and Liveable Cities. In B. Fahimnia, M. Bell, D. Hensher, J. Sarkis (Eds.), *Green Logistics and Transportation: A Sustainable Supply Chain Perspective* (pp. 49–60). Springer International Publishing AG Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17181-4_4
- Taniguchi, E., Thompson, R.G. (2002). Modeling City Logistics. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1790(1), 45–51.
- Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T., van Duin, J.H.R. (1999). Modelling City Logistics. In E. Taniguchi, R. G. Thompson (Eds.), *City logistics I: 1st International Conference on City Logistics* (pp. 3–37). Institute of Systems Science Research.
- Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T., van Duin, J.H.R. (2001). *City Logistics: Network Modelling and Intelligent Transport Systems*. Emerald Group Publishing Limited.
- Tavasszy, L., de Jong, G. (2014). Comprehensive Versus Simplified Models. In L. Tavasszy, G. de Jong (Eds.), *Modelling Freight Transport* (pp. 245–256). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410400-6.00011-2>

- Taylor, M. (2006). *The City Logistics Paradigm for Urban Freight Transport* [Conference Paper]. The 2nd State of Australian Cities, November 30 – December 2, Brisbane, Australia. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.483.3840&rep=rep1&type=pdf>
- Thune-Larsen, H., Veisten, K., Rødseth, K.L., Klæboe, R. (2016). *Marginal External Costs of Road Transport*. TØI Report 1307/2014 (revised in 2016). <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=38978>
- Timilsina, G.R., Dulal, H.B. (2011). Urban Road Transportation Externalities: Costs and Choice of Policy Instruments. *World Bank Research Observer*, 26(1), 162–191.
- Trentini, A., Malhéné, N. (2012). Flow Management of Passengers and Goods Coexisting in the Urban Environment: Conceptual and Operational Points of View. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 807–817.
- Trentini, A., Gonzalez-Feliu, J., Malhéné, N. (2015). *Developing Urban Logistics Spaces: UCC and PLS in South-Western Europe*. Working paper (halshs-01214749). <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01214749/document>
- Ülkü, M.A. (2012). Dare to Care: Shipment Consolidation Reduces Not Only Costs, but Also Environmental Damage. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 438–446.
- UNPD. (2019). Urban population. United Nations Population Division (UNPD). <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>
- Vahrenkamp, R. (2016). 25 Years City Logistic: Why failed the urban consolidation centres?. *European Transport - Trasporti Europei*, 60(Paper No. 4). http://www.istiee.unict.it/europeantransport/papers/N60/P04_60_04_2016.pdf
- van den Bossche, M., Beekman, R., Baanders, B., Scholten, B., Schroten, A., van Essen, H. (2012). *Study on Urban Aspects of the Internalisation of External Costs - MOVE/B4/310-1/2011*. Final Report, Rotterdam, The Netherlands: ECORYS. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/urban/studies/doc/2012-study-on-urban-aspects-of-the-internalisation-of-external-costs.pdf>
- van der Meulen, M.J., Diarmad, S., Campbell, G., Lawrence, D.J., González, R.C.L., Van Campenhout, I.P.A.M. (2016). *Out of Sight, Out of Mind? Considering the subsurface in urban planning - State of the art*. Report. <https://static1.squarespace.com/static/542bc753e4b0a87901dd6258/t/570f706201dbae9b1f7af3bf/1460629696046/TU1206-WG1-001+Summary+report+Out+of+sight+out+of+mind.pdf>
- van Duin, J.H.R. (1997). Evaluation And Evolution Of The City Distribution Concept. In L.J. Sucharov, G. Bidini (Eds.), *Urban Transport and the Environment for the 21st Century III* (pp. 327–337). WIT Press, Southampton, United Kingdom.
- van Duin, J.H.R., Quak, H., Muñuzuri, J. (2010). New Challenges for Urban Consolidation Centres: A Case Study in The Hague. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(3), 6177–6188.

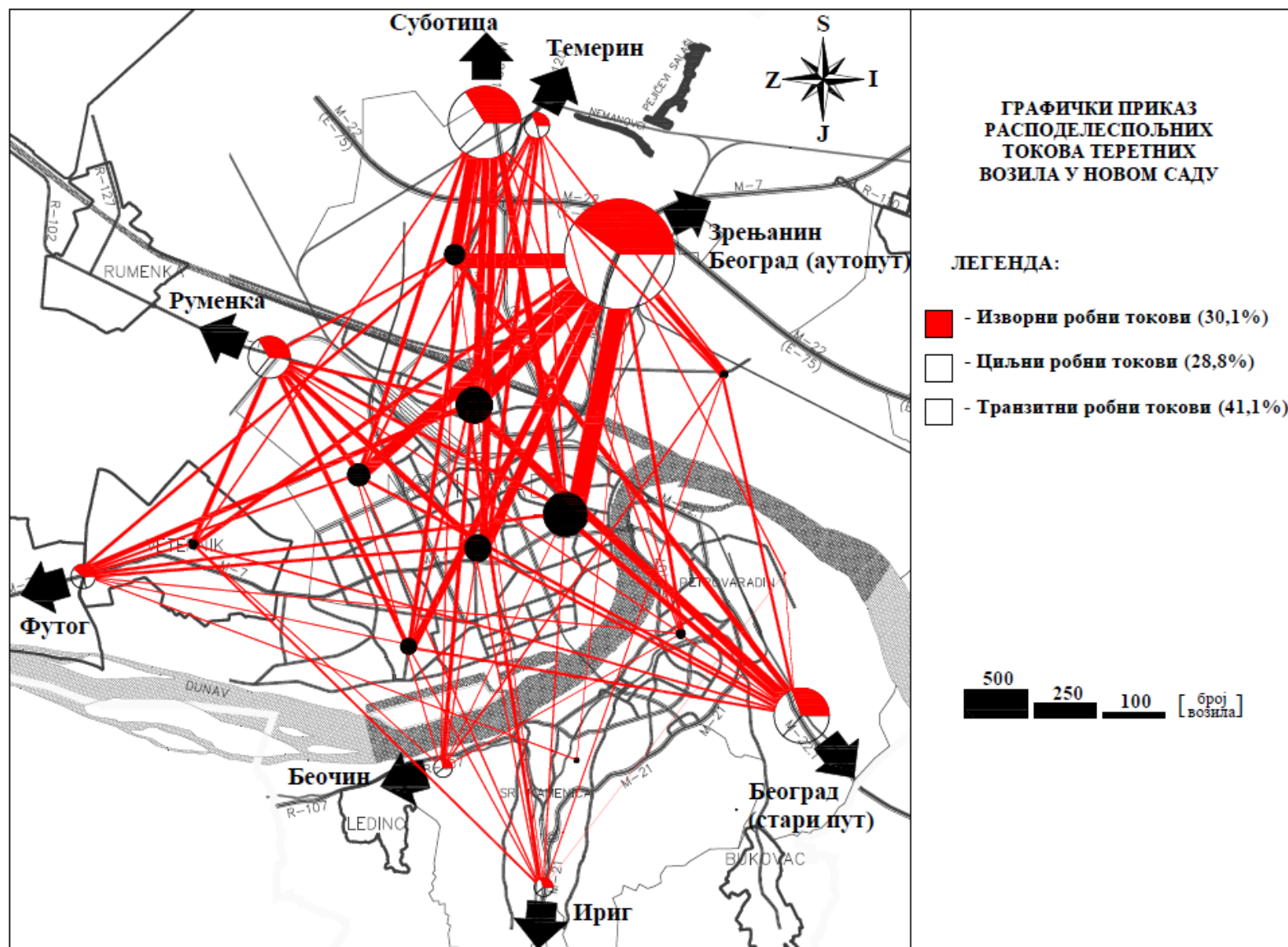
- van Essen, H., Schroten, A., Otten, M., Sutter, D., Schreyer, C., Zandonella, R., ... Doll, C. (2011). *External Costs of Transport in Europe*. CE Delft, INFRAS, Fraunhofer ISI. <https://www.cedelft.eu/en/publications/download/1301>
- van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., ... El Beyrouthy, K. (2019). *Handbook on the External Costs of Transport: Version 2019*. Delft. <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/studies/internalisation-handbook-isbn-978-92-79-96917-1.pdf>
- van Heeswijk, W., Larsen, R., Larsen, A. (2019). An Urban Consolidation Center in the City of Copenhagen: A Simulation Study. *International Journal of Sustainable Transportation*, 13(9), 675–691.
- van Heeswijk, W., Wiskunde, C., Mes, M., Schutten, M. (2018). *A Simulation Framework to Evaluate Urban Logistics Schemes*. <https://ir.cwi.nl/pub/27842/Framework.pdf>
- van Rooijen, T., Quak, H. (2014). City Logistics in the European CIVITAS Initiative. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 312–325.
- Veličković, M., Stojanović, Đ. (2013a): The Impact of Consolidation on Externalities in Urban Freight Transport - The Case of Novi Sad. In K.S. Pawar, H. Rogers (Eds.), *Proceedings of the 18th International Symposium on Logistics: Resilient Supply Chains in an Uncertain Environment* (pp. 832-839). Centre for Concurrent Enterprise. <http://www.isl21.org/wp-content/uploads/pdf/18thISLProceedings-Vienna-Austria.pdf>
- Veličković, M., Stojanović, Đ. (2013b). Towards Urban Sustainability through Urban Freight Externalities Evaluation. In V. Bogdanović (Ed.), *Proceedings of the 4th International Conference Towards a Humane City* (pp. 305–311). Department for Traffic Engineering, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad.
- Veličković, M., Stojanović, Đ., Aleksić, G. (2015). Eco-Driving Awareness and Behaviour of Commercial Drivers. In M. Vidović, M. Kilibarda, S. Zečević, M. Miljuš, G. Radivojević (Eds.), *Proceedings of the 2nd Logistics International Conference* (pp. 142–147). University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering.
- Veličković, M., Stojanović, Đ., Basarić, V. (2011). An Approach to City Logistics Terminal Location Problem in Novi Sad. *Scientific Bulletin of the „Politehnica“ University of Timișoara: Transactions on Mechanics*, 56(70)(Special Issue S1), 93–97.
- Veličković, M., Stojanović, Đ., Basarić, V. (2014). The Assessment of Pollutants Emissions within Sustainable Urban Freight Transport Development: The case of Novi Sad. *Thermal Science*, 18(1), 307–321.
- Veličković, M., Stojanović, Đ., Pantić, D. (2016). Environmental Protection in Global Logistics Companies. In R.V. Pantović, Z.S. Marković (Eds.), *Proceedings of the 24th International Conference Ecological Truth* (pp. 703–710). University of Belgrade - Technical Faculty in Bor. <https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2016.pdf>

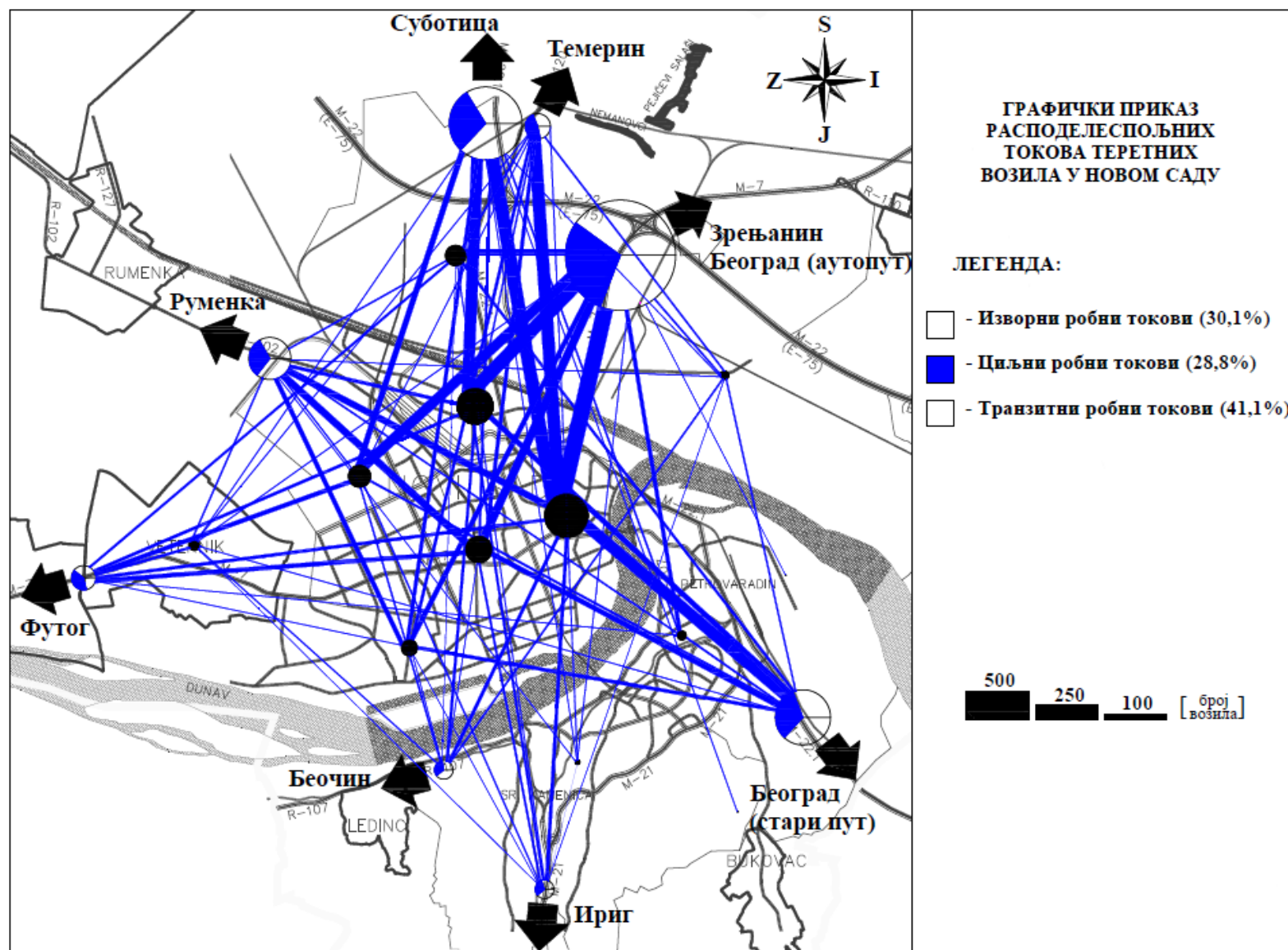
- Veličković, M., Stojanović, Đ., Nikoličić, S., Maslarić, M. (2018). Different Urban Consolidation Centre Scenarios: Impact on External Costs of Last-Mile Deliveries. *Transport*, 33(4), 948–958.
- Veličković, M., Dell’Orco, M., Marinelli, M., Stojanović, Đ., Mirčetić, D. (2017). Step-by-Step Model for Decision Making in City Logistics Under Uncertainty. In V. Bogdanović (Ed.), *Proceedings of the 6th International Conference Towards a Humane City* (pp. 159–165). Department for Traffic Engineering, Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad.
- Verhoef, E. (1994). External Effects and Social Costs of Road Transport. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 28(4), 273–287.
- Verlinde, S., Macharis, C. (2016). Who is in Favor of Off-Hour Deliveries to Brussels Supermarkets? Applying Multi Actor Multi Criteria Analysis (MAMCA) to Measure Stakeholder Support. *Transportation Research Procedia*, 12, 522–532.
- Verlinde, S., Macharis, C., Witlox, F. (2012). How to Consolidate Urban Flows of Goods Without Setting up an Urban Consolidation Centre?. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 687–701.
- Vermie, T. (2002). *ELCIDIS Electric Vehicle City Distribution Final Report*. <http://www.elcidis.org/elcidisfinal.pdf>
- Vickrey, W.S. (1963). Pricing in Urban and Suburban Transport. *The American Economic Review*, 53(2), 452–465.
- Vieira, C.L.D.S., Luna, M.M.M. (2016). Models and Methods for Logistics Hub Location: A Review Towards Transportation Networks Design. *Pesquisa Operacional*, 36(2), 375–397.
- Ville, S., Gonzalez-Feliu, J., Dablanc, L. (2013). The Limits of Public Policy Intervention in Urban Logistics: Lessons from Vicenza (Italy). *European Planning Studies*, 21(10), 1528–1541.
- Visser, J., Hassall, K. (2006). The Future of City Logistics: Estimating the Feasibility of Home Delivery in Urban Areas. In E. Taniguchi, R. G. Thompson (Eds.), *Recent advances in city logistics: Proceedings of the 4th International Conference on City Logistics* (pp. 147–161). Elsevier. <https://doi.org/10.13140/2.1.1125.2484>
- Vleugel, J., Janic, M. (2004). Route Choice and the Impact of ‘Logistic Routes’. In E. Taniguchi, R.G. Thompson (Eds.), *Logistics Systems for Sustainable Cities* (pp. 221–233). <https://doi.org/10.1108/9780080473222-016>
- VTPI. (2013). *Transportation Cost and Benefit Analysis*. Victoria Transport Policy Institute (VTPI). <https://vtpi.org/tca/>
- WCED. (1987). *Our Common Future*. Report of the World Commission on Environment and Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

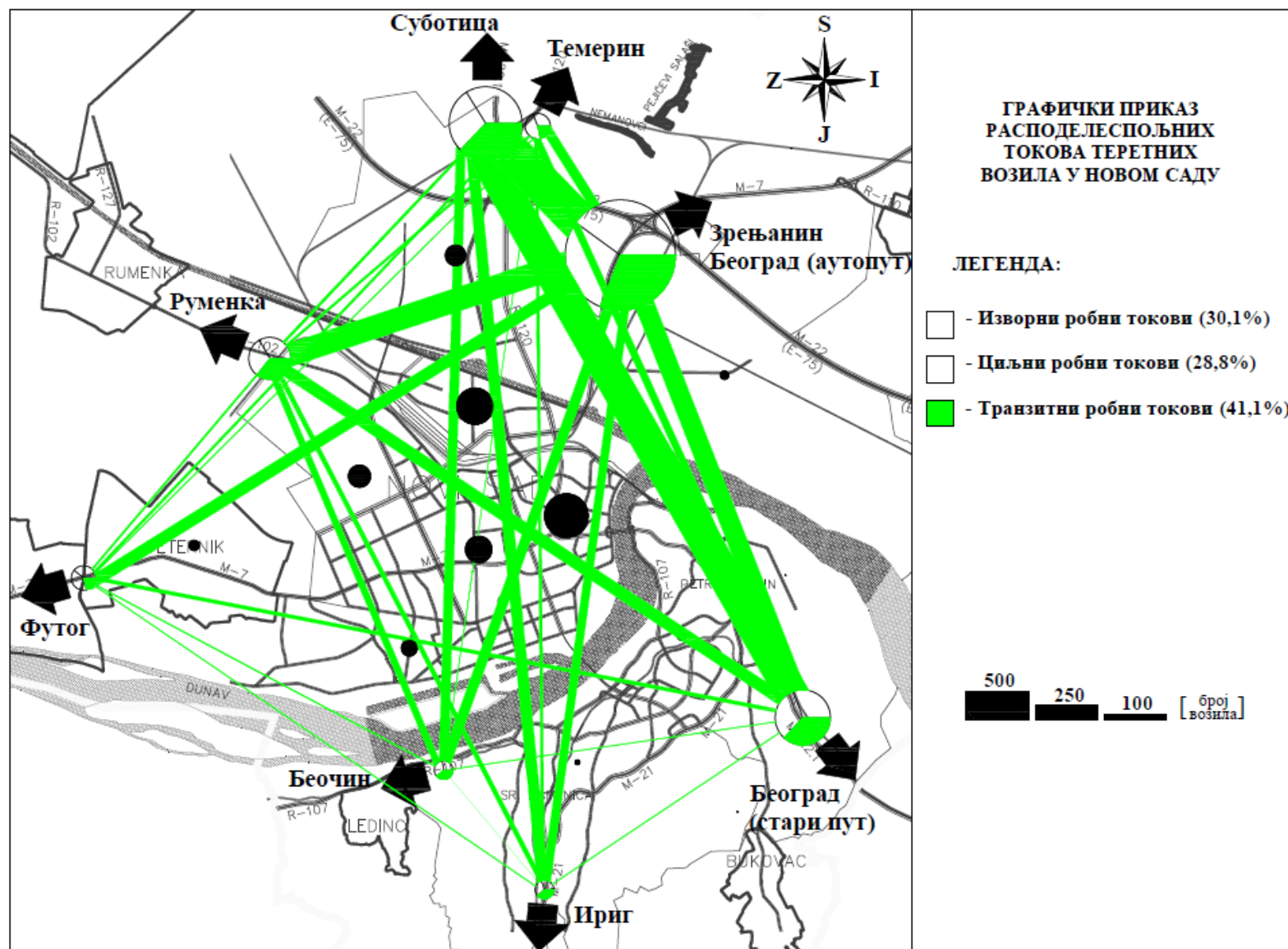
- Weisbrod, G., Vary, D., Treyz, G. (2001). *Economic Implications of Congestion*. Traffic Safety, NCHRP Report, Washington, DC, USA. http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_463-a.pdf
- Wen, H., Sun, J., Zhang, X. (2014). Study on Traffic Congestion Patterns of Large City in China Taking Beijing as an Example. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 138, 482–491.
- WHO. (2009). *Night Noise Guidelines for Europe*. World Health Organization Report. https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
- WHO. (2018a). *Ambient (Outdoor) Air Pollution*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- WHO. (2018b). *Global Status Report on Road Safety 2018*. World Health Organization Report. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1164010/retrieve>
- Wilson, M., Janjevic, M., Winkenbach, M. (2019). *Modeling a Time-Differentiated Policy for Management of Loading Bays in Urban Areas* [Conference Paper, Paper No. B4_OS3_02]. The World Conference on Transport Research (WCTR 2019), May 26-31, Bombay, India.
- Wisetjindawat, W., Sano, K., Matsumoto, S. (2006). Commodity Distribution Model Incorporating Spatial Interactions for Urban Freight Movement. *Transportation Research Record*, 1966, 41–50.
- Yannis, G., Golias, J., Antoniou, C. (2006). Effects of Urban Delivery Restrictions on Traffic Movements. *Transportation Planning and Technology*, 29(4), 295–311.
- Zečević, S., Tadić, S. (2006). *City logistika*. Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija.
- Zhao, P., Hu, H. (2019). Geographical Patterns of Traffic Congestion in Growing Megacities: Big Data Analytics from Beijing. *Cities*, 92, 164–174.

ПРИЛОЗИ

- Прилог 1: Графички приказ теретних токова на подручју града Нови Сад
- Прилог 2: И-ц матрице теретних токова и токова возила
- Прилог 3: Јединични (маргинални и просечни) екстерни трошкови у урбаном теретном транспорту за подручје Републике Србије
- Прилог 4: Изглед анкетног обрасца за оцену релативног значаја екстерних ефеката урбаног теретног транспорта и иницијатива урбане логистике
- Прилог 5: Резултати примене модела предложеног у овој докторској дисертацији на студији случаја града Новог Сада (износи укупних екстерних трошкова)







Прилог 2: И-ц матрице теретних токова и токова возила

Табела П2-1. Матрице количине терета који се транспортује лаким теретним возилима

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
1	18,6	25,8	0,0	39,1	42,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	141
2	38,4	34,8	12,0	10,2	15,0	0,0	0,0	0,0	12,0	8,0	130
3	127,2	0,0	28,2	77,4	26,4	0,0	0,0	0,0	17,4	4,0	281
4	74,4	18,0	12,0	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114
5	102,7	59,2	11,8	77,3	67,2	6,9	0,0	0,0	24,0	0,0	349
6	61,8	15,8	1,0	1,2	14,4	3,4	0,0	0,0	9,6	0,0	107
7	5,4	29,3	0,2	2,2	14,8	14,0	0,8	0,0	0,0	0,0	67
8	0,0	0,0	0,0	9,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14
Σ	429	183	65	226	185	40	1	0	63	12	1203

Табела П2-2. Матрице количине терета који се транспортује тешким теретним возилима

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
1	0,0	0,0	6,0	120,0	174,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	300
2	291,6	96,0	0,0	48,0	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	472
3	36,0	0,0	0,0	12,0	508,8	0,0	0,0	0,0	0,0	192,0	749
4	18,0	60,0	0,0	0,0	0,0	120,0	0,0	0,0	0,0	144,0	342
5	435,8	33,1	60,0	213,7	187,7	129,0	146,3	8,0	100,0	72,0	1386
6	1140,1	10,9	107,6	424,9	835,1	231,9	145,1	0,0	14,4	0,0	2910
7	601,6	4,0	96,0	9,4	14,8	7,9	10,6	0,0	0,0	0,0	744
8	724,0	156,8	156,0	392,0	362,8	100,0	288,0	0,0	0,0	0,0	2180
Σ	3247	361	426	1220	2106	589	590	8	114	422	9082

Табела П2-3. Матрице токова лаких теретних возила

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
1	24	36	0	84	36	24	0	0	0	0	204
2	60	72	60	24	42	0	0	0	24	4	286
3	172	24	60	96	96	0	0	0	22	8	478
4	144	36	36	24	0	12	0	0	0	4	256
5	215	116	59	139	140	66	10	0	41	10	796
6	104	62	29	14	22	21	10	0	15	0	276
7	21	25	1	14	16	12	4	0	1	0	94
8	0	0	0	21	12	0	0	0	0	0	33
Σ	740	371	244	416	364	135	24	0	102	26	2422

Табела П2-4. Матрице токова тешких теретних возила

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
1	4	0	12	12	12	0	0	0	0	0	40
2	24	24	0	16	14	12	0	0	0	4	94
3	48	12	0	12	96	0	0	0	4	16	188
4	72	12	0	0	24	12	12	0	0	12	144
5	54	11	20	20	51	27	12	4	24	4	226
6	59	2	20	23	50	14	13	0	14	0	195
7	29	7	4	5	10	1	1	0	0	0	57
8	40	12	8	20	28	4	20	0	0	0	132
Σ	330	80	64	108	284	70	58	4	42	36	1076

У овом прилогу приказане су вредности просечних и маргиналних екстерних трошкова транспорта за географско подручје Србије по трошковним категоријама. Вредности које су приказане у овом прилогу добијене су на основу просечних јединичних екстерних трошкова транспорта за ЕУ28 државе из Приручника за процену екстерних трошкова транспорта (енгл. *Handbook on the External Costs of Transport – Version 2019*)*.

1. ЕКСТЕРНИ ТРОШКОВИ САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА

Табела ПЗ-1. Просечни екстерни трошкови саобраћајних незгода у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Просечни ЕТ-и	
	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm
ЛТВ	1,74	2,55
ТТВ	6,58	0,55

Табела ПЗ-2. Маргинални екстерни трошкови саобраћајних незгода у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Аутопут	Градска саобраћајница	Остале саобраћајнице
ЛТВ [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]	0,16	0,32	0,36
ТТВ [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]	0,39	0,62	0,79
[€ ₂₀₁₈ -центи по tkm]	0,03	0,04	0,06

2. ЕКСТЕРНИ ТРОШКОВИ ЗАГАЂЕЊА ВАЗДУХА

Табела ПЗ-3. Просечни екстерни трошкови загађења ваздуха у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Просечни ЕТ-и	
	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm
ЛТВ	1,38	1,99
ЛТВ - бензин	0,50	0,73
ЛТВ - дизел	1,43	2,06
ТТВ	3,98	0,32

* Приручник и објављени резултати доступни на интернет адреси: <https://www.cedelft.eu/en/publications/2311/handbook-on-the-external-costs-of-transport-version-2019>.

Табела ПЗ-4. Маргинални екстерни трошкови загађења ваздуха у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста горива	Величина	ЕУРО класа	Метропола		Градско подручје		Приградско подручје		
			Аутопут	Градске саобр.	Остале саобр.	Аутопут	Градске саобр.	Аутопут	Приградске саобр.
Лака теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]									
Бензин		Euro 0	3,53	2,48	2,99	3,51	2,44	2,11	1,78
		Euro 1	0,56	0,51	0,43	0,54	0,48	0,34	0,26
		Euro 2	0,24	0,23	0,19	0,22	0,19	0,14	0,11
		Euro 3	0,17	0,14	0,12	0,15	0,13	0,11	0,08
		Euro 4	0,11	0,09	0,08	0,10	0,08	0,08	0,06
		Euro 5	0,11	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04
		Euro 6	0,11	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04
Дизел		Euro 1	3,90	2,64	2,09	2,08	1,67	1,24	0,77
		Euro 2	3,90	2,64	2,09	2,08	1,67	1,24	0,77
		Euro 3	2,82	1,98	1,56	1,61	1,33	0,96	0,62
		Euro 4	1,78	1,33	1,04	1,14	0,99	0,69	0,46
		Euro 5	1,69	1,14	1,10	1,68	1,13	1,01	0,65
		Euro 6	1,38	0,93	0,89	1,37	0,92	0,82	0,53
Електро		n.a.	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
Лака теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по tkm]									
Бензин		Euro 0	5,10	3,58	4,32	5,07	3,53	3,04	2,57
		Euro 1	0,81	0,74	0,62	0,78	0,69	0,49	0,37
		Euro 2	0,34	0,33	0,27	0,31	0,28	0,21	0,16
		Euro 3	0,24	0,20	0,17	0,22	0,18	0,15	0,11
		Euro 4	0,16	0,14	0,11	0,14	0,12	0,11	0,08
		Euro 5	0,17	0,10	0,11	0,11	0,08	0,09	0,06
		Euro 6	0,17	0,10	0,11	0,11	0,08	0,09	0,06
Дизел		Euro 1	5,63	3,81	3,02	3,01	2,42	1,78	1,12
		Euro 2	5,63	3,81	3,02	3,01	2,42	1,78	1,12
		Euro 3	4,08	2,86	2,25	2,33	1,92	1,38	0,89
		Euro 4	2,57	1,92	1,51	1,65	1,44	0,99	0,67
		Euro 5	2,44	1,65	1,58	2,43	1,63	1,46	0,94
		Euro 6	1,99	1,35	1,29	1,97	1,32	1,19	0,77
Електро		n.a.	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	0,04
Тешка теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]									
Дизел	Соло < 7,5 t	Euro 0	7,72	10,61	7,66	5,40	6,43	3,22	3,05
		Euro I	4,68	5,55	4,32	3,70	3,91	2,21	1,98
		Euro II	4,32	4,51	3,84	3,63	3,77	2,17	1,95
		Euro III	3,08	4,08	2,95	2,64	3,21	1,59	1,48
		Euro IV	2,01	2,20	1,81	1,85	2,02	1,13	1,03
		Euro V	0,99	2,75	1,04	0,83	2,52	0,52	0,56
		Euro VI	0,11	0,54	0,17	0,10	0,52	0,09	0,13
	Соло 7,5 – 12 t	Euro 0	10,28	14,69	10,36	8,08	10,30	4,79	4,68
		Euro I	6,30	9,00	6,27	4,89	6,29	2,91	2,83
		Euro II	5,98	7,23	5,57	4,90	6,02	2,93	2,80
		Euro III	4,23	6,44	4,42	3,55	5,05	2,13	2,19
		Euro IV	2,65	3,40	2,66	2,43	3,11	1,47	1,49
		Euro V	1,38	4,39	1,58	1,14	4,03	0,70	0,83
		Euro VI	0,18	0,63	0,23	0,16	0,59	0,13	0,17
	Соло 12 – 14 t	Euro 0	10,95	16,17	11,06	8,40	11,48	4,98	4,97
		Euro I	6,70	9,96	6,77	5,09	7,05	3,03	3,03
		Euro II	6,30	8,16	6,00	5,10	6,82	3,04	3,00
		Euro III	4,57	7,34	4,78	3,79	5,88	2,27	2,37

Врста горива	Величина	ЕУРО класа	Метропола			Градско подручје		Приградско подручје	
			Аутопут	Градске саобр.	Остале саобр.	Аутопут	Градске саобр.	Аутопут	Приградске саобр.
Соло	14 – 20 t	Euro IV	2,76	3,94	2,87	2,53	3,63	1,53	1,60
		Euro V	1,46	4,76	1,75	1,21	4,39	0,75	0,92
		Euro VI	0,18	0,62	0,24	0,17	0,58	0,13	0,17
		Euro 0	13,06	21,45	13,88	9,88	14,98	5,85	6,10
		Euro I	7,77	13,16	8,35	5,85	9,16	3,48	3,66
		Euro II	7,40	10,51	7,27	5,99	8,80	3,56	3,64
		Euro III	5,43	9,73	6,02	4,47	7,67	2,67	2,94
		Euro IV	3,28	5,00	3,50	3,03	4,59	1,82	1,95
	20 – 26 t	Euro V	1,78	6,81	2,82	1,48	6,30	0,90	1,51
		Euro VI	0,22	0,90	0,31	0,20	0,84	0,15	0,20
		Euro 0	13,31	22,39	14,38	9,87	15,97	5,84	6,29
		Euro I	9,54	16,93	10,37	7,06	11,72	4,19	4,51
		Euro II	8,93	13,47	9,03	7,14	11,17	4,24	4,47
		Euro III	6,83	12,08	7,43	5,61	9,51	3,34	3,62
		Euro IV	4,09	6,31	4,33	3,78	5,78	2,27	2,40
		Euro V	2,09	7,81	3,05	1,74	7,15	1,06	1,60
	26 – 28 t	Euro VI	0,23	0,92	0,32	0,19	0,85	0,14	0,20
		Euro 0	13,84	23,18	15,06	10,22	16,43	6,02	6,52
		Euro I	9,88	17,31	10,85	7,27	11,99	4,28	4,64
		Euro II	9,30	14,04	9,45	7,38	11,63	4,38	4,64
		Euro III	6,95	12,38	7,67	5,71	9,72	3,40	3,69
		Euro IV	4,15	6,49	4,42	3,84	5,94	2,30	2,44
		Euro V	1,97	7,99	3,07	1,61	7,33	0,98	1,61
		Euro VI	0,25	0,92	0,34	0,21	0,85	0,16	0,22
	28 – 32 t	Euro 0	15,81	25,72	17,10	11,76	18,26	6,92	7,47
		Euro I	11,58	19,47	12,54	8,54	13,70	5,06	5,46
		Euro II	10,80	15,75	10,90	8,53	13,06	5,06	5,35
		Euro III	7,98	13,71	8,69	6,53	10,88	3,88	4,21
		Euro IV	4,75	7,38	5,10	4,38	6,76	2,62	2,81
		Euro V	2,06	8,34	3,07	1,65	7,61	1,01	1,58
		Euro VI	0,29	0,87	0,36	0,25	0,79	0,18	0,23
	>32 t	Euro 0	15,71	26,73	17,04	11,57	19,06	6,81	7,42
		Euro I	11,49	20,54	12,52	8,40	14,28	4,98	5,43
		Euro II	10,71	16,46	10,90	8,44	13,58	5,01	5,33
		Euro III	8,08	14,37	8,84	6,62	11,38	3,94	4,31
		Euro IV	4,83	7,67	5,16	4,47	7,03	2,67	2,86
		Euro V	2,27	8,55	3,21	1,85	7,77	1,12	1,66
		Euro VI	0,23	0,91	0,32	0,19	0,83	0,14	0,20
	Тегљач 14 – 20 t	Euro 0	12,05	20,36	13,06	9,05	14,31	5,33	5,69
		Euro I	7,37	12,50	7,84	5,44	8,70	3,20	3,39
		Euro II	6,85	10,05	6,86	5,47	8,36	3,22	3,36
		Euro III	5,13	9,08	5,59	4,18	7,18	2,46	2,68
		Euro IV	3,01	4,67	3,23	2,78	4,27	1,64	1,76
		Euro V	1,54	5,88	2,28	1,26	5,40	0,74	1,17
		Euro VI	0,14	0,50	0,19	0,11	0,45	0,07	0,10
	Тегљач 20 – 28 t	Euro 0	13,04	22,35	14,24	9,58	16,06	5,67	6,25
		Euro I	9,50	16,81	10,45	6,92	11,88	4,11	4,53
		Euro II	8,72	13,54	8,94	6,84	11,24	4,06	4,39
		Euro III	6,50	11,97	7,25	5,25	9,52	3,13	3,52
		Euro IV	3,79	6,39	4,21	3,50	5,86	2,10	2,34
		Euro V	1,93	7,40	2,81	1,59	6,78	0,97	1,47
		Euro VI	0,25	0,79	0,31	0,21	0,73	0,16	0,20
	Тегљач 28 – 34 t	Euro 0	13,73	23,85	15,00	10,05	17,12	5,94	6,59
		Euro I	10,09	17,96	11,00	7,25	12,63	4,30	4,76

Врста горива	Величина	ЕУРО класа	Метропола		Градско подручје		Приградско подручје		
			Аутопут саобр.	Градске саобр.	Остале саобр.	Аутопут саобр.	Градске саобр.	Приградске саобр.	
Тегљач 34 – 40 t	Тегљач 34 – 40 t	Euro II	9,12	14,34	9,40	7,11	11,85	4,22	4,59
		Euro III	6,77	12,47	7,55	5,47	9,96	3,26	3,66
		Euro IV	3,91	6,74	4,38	3,61	6,19	2,17	2,43
		Euro V	1,89	7,32	2,73	1,55	6,67	0,94	1,42
		Euro VI	0,25	0,74	0,31	0,22	0,68	0,16	0,20
		Euro 0	15,44	27,82	17,11	11,28	19,96	6,67	7,49
	Тегљач 40 – 50 t	Euro I	11,31	21,13	12,55	8,14	14,69	4,82	5,40
		Euro II	10,47	16,96	10,86	8,16	13,95	4,84	5,28
		Euro III	7,87	14,67	8,81	6,41	11,64	3,81	4,28
		Euro IV	4,60	7,81	5,11	4,26	7,16	2,55	2,83
		Euro V	2,28	8,49	3,20	1,88	7,69	1,14	1,66
		Euro VI	0,23	0,88	0,31	0,19	0,80	0,14	0,20
	Тегљач 50 – 60 t	Euro 0	17,17	31,01	19,05	12,54	22,31	7,41	8,35
		Euro I	12,66	23,48	13,96	9,04	16,30	5,35	6,00
		Euro II	11,61	18,80	12,06	9,00	15,41	5,33	5,84
		Euro III	8,58	15,99	9,71	7,02	12,77	4,17	4,71
		Euro IV	5,09	8,70	5,61	4,72	7,99	2,82	3,10
		Euro V	2,31	8,63	3,22	1,88	7,77	1,14	1,65
	Тегљач 50 – 60 t	Euro VI	0,25	0,87	0,33	0,20	0,78	0,15	0,20
		Euro 0	20,41	37,32	22,85	14,97	27,07	8,84	10,05
		Euro I	15,05	28,14	16,75	10,72	19,63	6,34	7,18
		Euro II	13,74	22,64	14,42	10,59	18,49	6,27	6,95
		Euro III	10,29	19,28	11,48	8,29	15,32	4,92	5,57
		Euro IV	5,63	10,36	6,70	5,20	9,53	3,10	3,71
ТПГ	32 t+	Euro V	2,58	9,44	3,57	2,08	8,44	1,26	1,80
		Euro VI	0,28	0,91	0,36	0,23	0,82	0,17	0,22
ТПГ	32 t+	n.a.	0,20	0,62	0,25	0,16	0,54	0,13	0,16

Тешка теретна возила [€₂₀₁₈-центи по tkm]

Дизел	Соло < 7,5 t	Euro 0	9,36	12,86	9,29	6,56	7,79	3,90
		Euro I	5,68	6,73	5,24	4,49	4,74	2,68
		Euro II	5,24	5,46	4,65	4,39	4,58	2,63
		Euro III	3,73	4,95	3,57	3,20	3,90	1,93
		Euro IV	2,44	2,67	2,20	2,24	2,45	1,36
		Euro V	1,21	3,33	1,26	1,01	3,06	0,63
	Соло 7,5 – 12 t	Euro VI	0,14	0,66	0,20	0,12	0,63	0,11
		Euro 0	4,90	7,01	4,94	3,85	4,92	2,29
		Euro I	3,01	4,29	2,99	2,33	3,00	1,39
		Euro II	2,85	3,45	2,66	2,34	2,87	1,40
		Euro III	2,02	3,07	2,11	1,69	2,41	1,01
		Euro IV	1,26	1,62	1,27	1,16	1,48	0,70
	Соло 12 – 14 t	Euro V	0,66	2,09	0,75	0,54	1,92	0,34
		Euro VI	0,08	0,30	0,11	0,08	0,28	0,06
		Euro 0	2,82	4,17	2,85	2,17	2,96	1,29
		Euro I	1,73	2,57	1,74	1,32	1,82	0,78
		Euro II	1,63	2,11	1,55	1,32	1,76	0,79
		Euro III	1,18	1,89	1,23	0,98	1,52	0,59
	Соло 14 – 20 t	Euro IV	0,71	1,01	0,74	0,65	0,93	0,39
		Euro V	0,38	1,23	0,45	0,31	1,13	0,19
		Euro VI	0,05	0,16	0,06	0,04	0,15	0,03
		Euro 0	3,18	5,22	3,38	2,40	3,64	1,43
		Euro I	1,89	3,20	2,03	1,43	2,23	0,84
		Euro II	1,80	2,56	1,77	1,46	2,14	0,87
		Euro III	1,32	2,37	1,46	1,09	1,87	0,65

Врста горива	Величина	ЕУРО класа	Метропола			Градско подручје		Приградско подручје	
			Аутопут	Градске саобр.	Остале саобр.	Аутопут	Градске саобр.	Аутопут	Приградске саобр.
Соло	20 – 26 t	Euro IV	0,80	1,21	0,85	0,74	1,12	0,44	0,48
		Euro V	0,43	1,66	0,69	0,36	1,53	0,22	0,37
		Euro VI	0,06	0,22	0,08	0,05	0,20	0,03	0,05
		Euro 0	1,57	2,64	1,69	1,16	1,88	0,69	0,74
		Euro I	1,13	2,00	1,22	0,83	1,38	0,49	0,53
		Euro II	1,05	1,59	1,07	0,84	1,32	0,50	0,53
		Euro III	0,80	1,42	0,87	0,66	1,12	0,39	0,42
		Euro IV	0,48	0,74	0,51	0,45	0,68	0,27	0,28
	26 – 28 t	Euro V	0,25	0,92	0,36	0,20	0,84	0,12	0,19
		Euro VI	0,03	0,11	0,04	0,02	0,10	0,02	0,03
		Euro 0	1,16	1,95	1,27	0,86	1,38	0,51	0,55
		Euro I	0,83	1,46	0,91	0,61	1,01	0,36	0,39
		Euro II	0,78	1,18	0,79	0,62	0,98	0,37	0,39
		Euro III	0,59	1,04	0,65	0,48	0,82	0,28	0,31
		Euro IV	0,35	0,55	0,37	0,32	0,50	0,20	0,20
		Euro V	0,17	0,67	0,26	0,14	0,62	0,08	0,14
	28 – 32 t	Euro VI	0,02	0,08	0,03	0,02	0,07	0,01	0,02
		Euro 0	1,08	1,76	1,17	0,80	1,25	0,47	0,51
		Euro I	0,79	1,33	0,86	0,58	0,94	0,34	0,37
		Euro II	0,74	1,08	0,75	0,58	0,89	0,34	0,37
		Euro III	0,54	0,94	0,59	0,45	0,74	0,27	0,29
		Euro IV	0,32	0,51	0,35	0,30	0,46	0,18	0,19
		Euro V	0,14	0,57	0,21	0,11	0,52	0,07	0,11
		Euro VI	0,02	0,06	0,03	0,02	0,06	0,01	0,02
	>32 t	Euro 0	0,94	1,60	1,02	0,69	1,14	0,41	0,44
		Euro I	0,69	1,23	0,75	0,50	0,85	0,30	0,32
		Euro II	0,64	0,98	0,65	0,51	0,81	0,30	0,32
		Euro III	0,48	0,86	0,53	0,39	0,68	0,23	0,26
		Euro IV	0,29	0,46	0,31	0,27	0,42	0,16	0,17
		Euro V	0,14	0,51	0,19	0,11	0,47	0,07	0,10
		Euro VI	0,01	0,06	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01
	Тегљач 14 – 20 t	Euro 0	1,69	2,86	1,84	1,27	2,01	0,75	0,80
		Euro I	1,04	1,76	1,10	0,76	1,22	0,45	0,48
		Euro II	0,96	1,41	0,96	0,77	1,18	0,45	0,47
		Euro III	0,72	1,28	0,79	0,59	1,01	0,35	0,38
		Euro IV	0,42	0,66	0,45	0,39	0,60	0,23	0,25
		Euro V	0,22	0,83	0,32	0,18	0,76	0,11	0,17
		Euro VI	0,02	0,07	0,03	0,02	0,06	0,01	0,01
	Тегљач 20 – 28 t	Euro 0	1,50	2,58	1,64	1,10	1,85	0,65	0,72
		Euro I	1,10	1,94	1,21	0,80	1,37	0,47	0,52
		Euro II	1,01	1,56	1,03	0,79	1,29	0,47	0,51
		Euro III	0,75	1,38	0,84	0,60	1,10	0,36	0,40
		Euro IV	0,44	0,73	0,48	0,40	0,68	0,24	0,27
		Euro V	0,22	0,85	0,32	0,18	0,78	0,11	0,17
		Euro VI	0,03	0,09	0,03	0,03	0,08	0,02	0,02
	Тегљач 28 – 34 t	Euro 0	0,94	1,63	1,03	0,69	1,17	0,41	0,45
		Euro I	0,69	1,23	0,75	0,50	0,86	0,29	0,33
		Euro II	0,62	0,98	0,64	0,48	0,81	0,29	0,31
		Euro III	0,46	0,85	0,52	0,37	0,68	0,22	0,25
		Euro IV	0,27	0,46	0,30	0,25	0,42	0,15	0,17
		Euro V	0,13	0,50	0,19	0,11	0,45	0,06	0,10
		Euro VI	0,02	0,05	0,02	0,02	0,05	0,01	0,01
	Тегљач 34 – 40 t	Euro 0	0,93	1,66	1,02	0,68	1,19	0,40	0,45
		Euro I	0,68	1,27	0,75	0,49	0,88	0,29	0,32

Врста горива	Величина	ЕУРО класа	Метропола			Градско подручје		Приградско подручје	
			Аутопут	Градске саобр.	Остале саобр.	Аутопут	Градске саобр.	Аутопут	Приградске саобр.
Тегљач 40 – 50 t	Тегљач 40 – 50 t	Euro II	0,62	1,01	0,65	0,49	0,83	0,29	0,31
		Euro III	0,47	0,88	0,53	0,38	0,70	0,23	0,25
		Euro IV	0,28	0,47	0,31	0,25	0,43	0,15	0,17
		Euro V	0,14	0,51	0,19	0,11	0,46	0,07	0,10
		Euro VI	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01
		Euro 0	0,88	1,59	0,98	0,64	1,14	0,38	0,43
		Euro I	0,65	1,21	0,72	0,46	0,84	0,28	0,31
		Euro II	0,59	0,96	0,62	0,46	0,79	0,27	0,30
		Euro III	0,44	0,82	0,50	0,36	0,65	0,21	0,24
		Euro IV	0,26	0,45	0,29	0,24	0,41	0,14	0,16
		Euro V	0,12	0,44	0,17	0,10	0,40	0,06	0,08
		Euro VI	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01
	Тегљач 50 – 60 t	Euro 0	0,92	1,67	1,02	0,67	1,21	0,39	0,45
		Euro I	0,68	1,26	0,75	0,48	0,88	0,28	0,32
		Euro II	0,62	1,01	0,65	0,48	0,83	0,28	0,31
		Euro III	0,46	0,87	0,51	0,37	0,69	0,22	0,25
		Euro IV	0,25	0,46	0,30	0,23	0,43	0,14	0,17
		Euro V	0,11	0,42	0,16	0,09	0,38	0,06	0,08
		Euro VI	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01
		n.a.	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
ТПГ	32 t+	n.a.	0,01	0,04	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01

3. ЕКСТЕРНИ ТРОШКОВИ ПРОМЕНЕ КЛИМЕ

Табела ПЗ-5. Просечни екстерни трошкови промене климе у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Просечни ЕТ-и	
	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm
ЛТВ	1,17	1,69
ЛТВ - бензин	1,09	1,60
ЛТВ - дизел	1,18	1,69
ТТВ	2,75	0,23

Табела ПЗ-6. Маргинални екстерни трошкови промене климе у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
Лака теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]					
Бензин		Euro 0	1,01	1,49	0,91
		Euro 1	1,01	1,49	0,91
		Euro 2	1,01	1,47	0,90
		Euro 3	0,99	1,44	0,88
		Euro 4	0,99	1,44	0,87
		Euro 5	0,62	0,80	0,58
		Euro 6	0,62	0,80	0,58
Дизел		Euro 1	1,20	1,09	0,80
		Euro 2	1,20	1,09	0,80
		Euro 3	1,20	1,10	0,80
		Euro 4	1,20	1,10	0,80

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
Електро		Euro 5	0,98	1,02	0,86
		Euro 6	0,98	1,02	0,86
		n.a.	0,00	0,00	0,00

Лака теретна возила [€₂₀₁₈-центи по tkm]

Бензин		Euro 0	1,46	2,16	1,32
		Euro 1	1,46	2,16	1,32
		Euro 2	1,46	2,13	1,30
		Euro 3	1,44	2,08	1,27
		Euro 4	1,44	2,07	1,27
		Euro 5	0,90	1,16	0,83
		Euro 6	0,90	1,16	0,83
Дизел		Euro 1	1,73	1,58	1,16
		Euro 2	1,73	1,58	1,16
		Euro 3	1,73	1,58	1,15
		Euro 4	1,73	1,58	1,15
		Euro 5	1,42	1,47	1,24
		Euro 6	1,42	1,47	1,24
Електро		n.a.	0,00	0,00	0,00

Тешка теретна возила [€₂₀₁₈-центи по vkm]

Дизел	Соло < 7,5 t	Euro 0	1,58	1,92	1,53
		Euro I	1,46	1,56	1,27
		Euro II	1,42	1,46	1,23
		Euro III	1,49	1,56	1,28
		Euro IV	1,52	1,47	1,29
		Euro V	1,51	1,41	1,24
		Euro VI	1,50	1,44	1,26
	Соло 7,5 – 12 t	Euro 0	2,07	2,87	2,08
		Euro I	1,87	2,38	1,82
		Euro II	1,83	2,25	1,77
		Euro III	1,90	2,39	1,85
		Euro IV	1,90	2,25	1,83
		Euro V	1,97	2,26	1,74
		Euro VI	1,99	2,31	1,76
	Соло 12 – 14 t	Euro 0	2,19	3,13	2,21
		Euro I	1,96	2,63	1,94
		Euro II	1,91	2,50	1,88
		Euro III	1,97	2,65	1,95
		Euro IV	1,96	2,46	1,93
		Euro V	1,81	2,42	1,89
		Euro VI	1,82	2,47	1,90
	Соло 14 – 20 t	Euro 0	2,62	4,18	2,75
		Euro I	2,22	3,34	2,29
		Euro II	2,17	3,18	2,23
		Euro III	2,22	3,36	2,31
		Euro IV	2,19	3,08	2,25
		Euro V	2,05	3,09	2,20
		Euro VI	2,07	3,09	2,22
	Соло 20 – 26 t	Euro 0	2,99	5,04	3,23
		Euro I	2,62	4,25	2,80
		Euro II	2,56	4,07	2,74
		Euro III	2,60	4,26	2,81
		Euro IV	2,57	3,97	2,74
		Euro V	2,48	3,97	2,70
		Euro VI	2,48	4,00	2,71

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
Соло	26 – 28 t	Euro 0	3,13	5,27	3,41
		Euro I	2,74	4,47	2,97
		Euro II	2,69	4,28	2,90
		Euro III	2,74	4,48	2,99
		Euro IV	2,71	4,23	2,94
		Euro V	2,65	4,16	2,88
		Euro VI	2,67	4,23	2,91
Соло	28 – 32 t	Euro 0	3,56	5,74	3,87
		Euro I	3,17	5,00	3,43
		Euro II	3,22	4,95	3,35
		Euro III	3,18	5,01	3,46
		Euro IV	3,16	4,77	3,43
		Euro V	3,11	4,67	3,36
		Euro VI	3,14	4,76	3,40
Соло	>32 t	Euro 0	3,50	5,98	3,82
		Euro I	3,10	5,18	3,38
		Euro II	3,05	5,00	3,32
		Euro III	3,09	5,18	3,38
		Euro IV	3,06	4,89	3,33
		Euro V	3,00	4,87	3,28
		Euro VI	3,01	4,91	3,30
Тегљач	14 – 20 t	Euro 0	2,42	4,02	2,59
		Euro I	2,08	3,30	2,21
		Euro II	2,03	3,15	2,15
		Euro III	2,09	3,32	2,22
		Euro IV	2,06	3,07	2,17
		Euro V	1,98	3,03	2,14
		Euro VI	1,99	3,08	2,15
Тегљач	20 – 28 t	Euro 0	2,92	4,98	3,20
		Euro I	2,61	4,38	2,85
		Euro II	2,52	4,11	2,75
		Euro III	2,57	4,30	2,84
		Euro IV	2,55	4,04	2,78
		Euro V	2,50	3,97	2,73
		Euro VI	2,52	4,02	2,75
Тегљач	28 – 34 t	Euro 0	3,04	5,24	3,36
		Euro I	2,73	4,65	3,02
		Euro II	2,72	4,49	2,90
		Euro III	2,69	4,57	3,00
		Euro IV	2,66	4,33	2,95
		Euro V	2,66	4,25	2,91
		Euro VI	2,67	4,31	2,93
Тегљач	34 – 40 t	Euro 0	3,40	6,14	3,82
		Euro I	3,02	5,35	3,38
		Euro II	2,96	5,18	3,32
		Euro III	3,00	5,37	3,39
		Euro IV	2,97	5,07	3,33
		Euro V	2,98	5,06	3,30
		Euro VI	3,00	5,09	3,32
Тегљач	40 – 50 t	Euro 0	3,77	6,77	4,25
		Euro I	3,34	5,91	3,76
		Euro II	3,39	5,87	3,69
		Euro III	3,33	5,94	3,77
		Euro IV	3,30	5,67	3,73
		Euro V	3,34	5,63	3,69
		Euro VI	3,35	5,67	3,71

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
	Тегљач 50 – 60 t	Euro 0	4,46	8,16	5,09
		Euro I	4,06	7,24	4,47
		Euro II	4,00	7,03	4,41
		Euro III	4,05	7,26	4,47
		Euro IV	4,00	6,93	4,45
		Euro V	4,00	6,84	4,43
		Euro VI	4,03	6,88	4,47
ТПГ	32 t+	n.a.	1,50	2,56	1,66

Тешка теретна возила [€₂₀₁₈-центи по tkm]

Дизел	Соло < 7,5 t	Euro 0	1,92	2,33	1,85
		Euro I	1,77	1,89	1,54
		Euro II	1,72	1,77	1,49
		Euro III	1,81	1,89	1,56
		Euro IV	1,84	1,78	1,56
		Euro V	1,83	1,71	1,51
		Euro VI	1,82	1,75	1,52
	Соло 7,5 – 12 t	Euro 0	0,98	1,37	0,99
		Euro I	0,89	1,13	0,87
		Euro II	0,87	1,07	0,84
		Euro III	0,90	1,14	0,88
		Euro IV	0,90	1,07	0,87
		Euro V	0,94	1,08	0,83
		Euro VI	0,95	1,10	0,84
	Соло 12 – 14 t	Euro 0	0,56	0,81	0,57
		Euro I	0,51	0,68	0,50
		Euro II	0,49	0,65	0,48
		Euro III	0,51	0,68	0,51
		Euro IV	0,51	0,64	0,50
		Euro V	0,47	0,62	0,49
		Euro VI	0,47	0,64	0,49
	Соло 14 – 20 t	Euro 0	0,64	1,02	0,67
		Euro I	0,54	0,82	0,56
		Euro II	0,53	0,77	0,54
		Euro III	0,54	0,82	0,56
		Euro IV	0,53	0,75	0,55
		Euro V	0,50	0,75	0,53
		Euro VI	0,51	0,75	0,54
	Соло 20 – 26 t	Euro 0	0,35	0,59	0,38
		Euro I	0,31	0,50	0,33
		Euro II	0,30	0,48	0,32
		Euro III	0,31	0,50	0,33
		Euro IV	0,30	0,47	0,32
		Euro V	0,29	0,47	0,32
		Euro VI	0,29	0,47	0,32
	Соло 26 – 28 t	Euro 0	0,26	0,45	0,29
		Euro I	0,23	0,38	0,25
		Euro II	0,23	0,36	0,25
		Euro III	0,23	0,38	0,25
		Euro IV	0,23	0,36	0,25
		Euro V	0,23	0,35	0,24
		Euro VI	0,23	0,36	0,25
	Соло 28 – 32 t	Euro 0	0,24	0,39	0,26
		Euro I	0,22	0,34	0,23
		Euro II	0,22	0,34	0,23
		Euro III	0,22	0,34	0,24

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
	Соло >32 t	Euro IV	0,22	0,33	0,23
		Euro V	0,21	0,32	0,23
		Euro VI	0,21	0,33	0,23
		Euro 0	0,21	0,36	0,23
		Euro I	0,19	0,31	0,20
		Euro II	0,18	0,30	0,20
		Euro III	0,19	0,31	0,20
		Euro IV	0,18	0,29	0,20
		Euro V	0,18	0,29	0,20
		Euro VI	0,18	0,29	0,20
	Тегљач 14 – 20 t	Euro 0	0,34	0,56	0,37
		Euro I	0,29	0,46	0,31
		Euro II	0,28	0,44	0,30
		Euro III	0,29	0,47	0,31
		Euro IV	0,29	0,43	0,31
		Euro V	0,28	0,42	0,30
		Euro VI	0,28	0,43	0,30
	Тегљач 20 – 28 t	Euro 0	0,34	0,57	0,37
		Euro I	0,30	0,51	0,33
		Euro II	0,29	0,48	0,32
		Euro III	0,30	0,50	0,33
		Euro IV	0,29	0,47	0,32
		Euro V	0,29	0,46	0,31
		Euro VI	0,29	0,46	0,32
	Тегљач 28 – 34 t	Euro 0	0,21	0,36	0,23
		Euro I	0,19	0,32	0,21
		Euro II	0,19	0,31	0,20
		Euro III	0,18	0,31	0,20
		Euro IV	0,18	0,30	0,20
		Euro V	0,18	0,29	0,20
		Euro VI	0,18	0,29	0,20
	Тегљач 34 – 40 t	Euro 0	0,20	0,37	0,23
		Euro I	0,18	0,32	0,20
		Euro II	0,18	0,31	0,20
		Euro III	0,18	0,32	0,20
		Euro IV	0,18	0,30	0,20
		Euro V	0,18	0,30	0,20
		Euro VI	0,18	0,31	0,20
	Тегљач 40 – 50 t	Euro 0	0,19	0,35	0,22
		Euro I	0,17	0,30	0,19
		Euro II	0,17	0,30	0,19
		Euro III	0,17	0,31	0,20
		Euro IV	0,17	0,29	0,19
		Euro V	0,17	0,29	0,19
		Euro VI	0,17	0,29	0,19
	Тегљач 50 – 60 t	Euro 0	0,20	0,37	0,23
		Euro I	0,18	0,33	0,20
		Euro II	0,18	0,31	0,20
		Euro III	0,18	0,33	0,20
		Euro IV	0,18	0,31	0,20
		Euro V	0,18	0,31	0,20
		Euro VI	0,18	0,31	0,20
ТПГ	32 t+	n.a.	0,09	0,15	0,10

4. ЕКСТЕРНИ ТРОШКОВИ БУКЕ

Табела ПЗ-7. Просечни екстерни трошкови буке у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Просечни ЕТ-и	
	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm
ЛТВ	0,47	0,68
ТТВ 3,5-7,5 t	1,70	0,51
ТТВ 7,5-16 t	2,42	0,34
ТТВ 16-32 t	2,76	0,17
ТТВ >32 t	3,06	0,17

Табела ПЗ-8. Маргинални екстерни трошкови буке у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Период дана	Густина саобраћаја	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
Лака теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]					
ЛТВ	Дан	Велика	0,72	0,04	0,00
		Мала	1,74	0,13	0,01
	Ноћ	Велика	1,27	0,08	0,01
		Мала	3,14	0,21	0,03
Лака теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по tkm]					
ЛТВ	Дан	Велика	1,02	0,04	0,01
		Мала	2,50	0,17	0,02
	Ноћ	Велика	1,87	0,08	0,02
		Мала	4,54	0,30	0,03
Тешка теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]					
ТТВ укупно	Дан	Велика	3,57	0,21	0,04
		Мала	8,62	0,55	0,08
	Ноћ	Велика	6,45	0,38	0,04
		Мала	15,67	1,02	0,13
ТТВ 3,5-7,5 t	Дан	Велика	2,34	0,13	0,00
		Мала	5,65	0,38	0,04
	Ноћ	Велика	4,25	0,25	0,04
		Мала	10,27	0,68	0,08
ТТВ 7,5-16 t	Дан	Велика	3,31	0,17	0,04
		Мала	8,07	0,51	0,04
	Ноћ	Велика	6,07	0,34	0,04
		Мала	14,69	0,93	0,13
ТТВ 16-32 t	Дан	Велика	3,74	0,21	0,04
		Мала	9,04	0,59	0,08
	Ноћ	Велика	6,79	0,38	0,04
		Мала	16,47	1,06	0,13
ТТВ >32 t	Дан	Велика	4,20	0,25	0,04
		Мала	10,15	0,64	0,08
	Ноћ	Велика	7,64	0,42	0,04
		Мала	18,47	1,19	0,13
Тешка теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по tkm]					
ТТВ укупно	Дан	Велика	0,30	0,02	0,00
		Мала	0,68	0,05	0,00
	Ноћ	Велика	0,51	0,03	0,00
		Мала	1,27	0,08	0,01

Врста возила	Период дана	Густина саобраћаја	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
ТТВ 3,5-7,5 t	Дан	Велика	0,64	0,03	0,00
		Мала	1,53	0,10	0,01
	Ноћ	Велика	1,15	0,06	0,01
		Мала	2,76	0,18	0,02
ТТВ 7,5-16 t	Дан	Велика	0,30	0,02	0,00
		Мала	0,76	0,05	0,00
	Ноћ	Велика	0,55	0,03	0,00
		Мала	1,36	0,09	0,01
ТТВ 16-32 t	Дан	Велика	0,25	0,01	0,00
		Мала	0,55	0,04	0,00
	Ноћ	Велика	0,42	0,03	0,00
		Мала	1,02	0,07	0,01
ТТВ >32 t	Дан	Велика	0,25	0,01	0,00
		Мала	0,59	0,04	0,00
	Ноћ	Велика	0,47	0,03	0,00
		Мала	1,10	0,07	0,01

5. ЕКСТЕРНИ ТРОШКОВИ САОБРАЋАЈНИХ ЗАГУШЕЊА

Табела ПЗ-9. Просечни екстерни трошкови саобраћајних загушења у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Метод трошкова због кашњења		Метод вишка пореског терета	
	Просечни ЕТ-и		Просечни ЕТ-и	
	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm
Лака теретна возила	4,92	7,13	0,85	1,19
Град	11,63	16,81	2,00	2,89
Ван града	1,23	1,78	0,21	0,30
Тешка теретна возила	4,63	0,34	0,76	0,04
Град	14,48	1,06	2,55	0,17
Ван града	1,27	0,08	0,21	0,00

Табела ПЗ-10. Маргинални екстерни трошкови саобраћајних загушења у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Стање у саобраћају	Градско подручје		Ванградско подручје	
		Главне саобраћајнице	Остале градске саобраћајнице	Аутопут	Остали путеви
Лака теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]					
ЛТВ	Преко капацитета	20,42	42,20	18,68	29,55
	Загушено	15,75	37,06	14,44	25,22
	Близу капацитета	11,08	30,06	10,15	19,83
	Далеко испод капацитета	0,00	0,00	0,00	0,00
Лака теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по tkm]					
ЛТВ	Преко капацитета	29,51	60,97	27,00	42,67
	Загушено	22,76	53,54	20,85	36,43
	Близу капацитета	16,05	43,39	14,65	28,66
	Далеко испод капацитета	0,00	0,00	0,00	0,00
Тешка теретна возила [€ ₂₀₁₈ -центи по vkm]					

Врста возила	Стање у саобраћају	Градско подручје		Ванградско подручје	
		Главне саобраћајнице	Остале градске саобраћајнице	Аутопут	Остали путеви
ТТВ	Преко капацитета	27,26	56,30	24,92	39,36
	Загушено	21,02	49,42	19,23	33,63
	Близу капацитета	14,82	40,08	13,54	26,45
	Далеко испод капацитета	0,00	0,00	0,00	0,00
Тешка теретна возила [€₂₀₁₈-центи по tkm]					
ТТВ	Преко капацитета	2,00	4,12	1,83	2,89
	Загушено	1,53	3,61	1,40	2,46
	Близу капацитета	1,10	2,93	0,98	1,95
	Далеко испод капацитета	0,00	0,00	0,00	0,00

6. ЕКСТЕРНИ ТРОШКОВИ ПРОИЗВОДЊЕ И ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ ГОРИВА

Табела ПЗ-11. Просечни екстерни трошкови производње и експлоатације горива у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Просечни ЕТ-и	
	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm
ЛТВ	0,34	0,49
ЛТВ - бензин	0,34	0,50
ЛТВ - дизел	0,34	0,48
ТТВ	1,06	0,08

Табела ПЗ-12. Маргинални екстерни трошкови производње и експлоатације горива у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
Лака теретна возила [€₂₀₁₈-центи по vkm]					
Бензин		Euro 0	0,38	0,56	0,34
		Euro 1	0,38	0,56	0,34
		Euro 2	0,38	0,56	0,34
		Euro 3	0,37	0,54	0,33
		Euro 4	0,37	0,54	0,33
		Euro 5	0,23	0,30	0,22
		Euro 6	0,23	0,30	0,22
Дизел		Euro 1	0,31	0,28	0,21
		Euro 2	0,31	0,28	0,21
		Euro 3	0,31	0,28	0,21
		Euro 4	0,31	0,28	0,21
		Euro 5	0,25	0,26	0,22
		Euro 6	0,25	0,26	0,22
Електро		n.a.	1,62	1,62	1,62
Лака теретна возила [€₂₀₁₈-центи по tkm]					
Бензин		Euro 0	0,55	0,82	0,50
		Euro 1	0,55	0,82	0,50
		Euro 2	0,55	0,80	0,49
		Euro 3	0,54	0,79	0,48
		Euro 4	0,54	0,78	0,48

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
Дизел		Euro 5	0,34	0,44	0,31
		Euro 6	0,34	0,44	0,31
		Euro 1	0,45	0,41	0,30
		Euro 2	0,45	0,41	0,30
		Euro 3	0,45	0,41	0,30
		Euro 4	0,45	0,41	0,30
		Euro 5	0,37	0,38	0,32
		Euro 6	0,37	0,38	0,32
Електро		n.a.	2,34	2,34	2,34

Тешка теретна возила [€₂₀₁₈-центи по vkm]

Бензин	> 3,5 t	Euro 0	0,50	0,61	0,48
Дизел	Соло < 7,5 t	Euro 0	0,37	0,45	0,36
		Euro I	0,34	0,36	0,30
		Euro II	0,33	0,34	0,28
		Euro III	0,35	0,37	0,30
		Euro IV	0,35	0,34	0,30
		Euro V	0,35	0,33	0,29
		Euro VI	0,35	0,34	0,29
	Соло 7,5 – 12 t	Euro 0	0,48	0,67	0,48
		Euro I	0,43	0,56	0,42
		Euro II	0,42	0,52	0,41
		Euro III	0,44	0,56	0,43
		Euro IV	0,44	0,53	0,43
		Euro V	0,46	0,53	0,41
		Euro VI	0,46	0,53	0,41
	Соло 12 – 14 t	Euro 0	0,51	0,73	0,51
		Euro I	0,45	0,61	0,45
		Euro II	0,44	0,58	0,44
		Euro III	0,46	0,62	0,45
		Euro IV	0,46	0,57	0,45
		Euro V	0,42	0,56	0,44
		Euro VI	0,42	0,57	0,44
	Соло 14 – 20 t	Euro 0	0,61	0,97	0,64
		Euro I	0,52	0,78	0,53
		Euro II	0,51	0,74	0,52
		Euro III	0,52	0,78	0,54
		Euro IV	0,51	0,72	0,52
		Euro V	0,48	0,72	0,51
		Euro VI	0,48	0,72	0,51
	Соло 20 – 26 t	Euro 0	0,70	1,17	0,75
		Euro I	0,61	0,99	0,65
		Euro II	0,60	0,95	0,64
		Euro III	0,61	0,99	0,65
		Euro IV	0,60	0,92	0,64
		Euro V	0,58	0,93	0,63
		Euro VI	0,58	0,93	0,63
	Соло 26 – 28 t	Euro 0	0,73	1,23	0,79
		Euro I	0,64	1,04	0,69
		Euro II	0,62	1,00	0,68
		Euro III	0,64	1,04	0,70
		Euro IV	0,63	0,98	0,68
		Euro V	0,62	0,97	0,67
		Euro VI	0,62	0,98	0,68
	Соло 28 – 32 t	Euro 0	0,83	1,34	0,90
		Euro I	0,74	1,16	0,80

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
	Соло >32 t	Euro II	0,75	1,15	0,78
		Euro III	0,74	1,17	0,81
		Euro IV	0,73	1,11	0,80
		Euro V	0,73	1,09	0,79
		Euro VI	0,73	1,11	0,79
		Euro 0	0,82	1,39	0,89
		Euro I	0,72	1,21	0,79
		Euro II	0,71	1,16	0,77
		Euro III	0,72	1,21	0,79
		Euro IV	0,71	1,14	0,78
		Euro V	0,70	1,13	0,76
		Euro VI	0,70	1,14	0,77
	Тегљач 14 – 20 t	Euro 0	0,56	0,93	0,60
		Euro I	0,48	0,77	0,51
		Euro II	0,47	0,73	0,50
		Euro III	0,49	0,77	0,52
		Euro IV	0,48	0,71	0,51
		Euro V	0,46	0,70	0,50
		Euro VI	0,46	0,72	0,50
	Тегљач 20 – 28 t	Euro 0	0,68	1,16	0,75
		Euro I	0,61	1,02	0,66
		Euro II	0,59	0,96	0,64
		Euro III	0,60	1,00	0,66
		Euro IV	0,59	0,94	0,65
		Euro V	0,58	0,93	0,64
		Euro VI	0,59	0,93	0,64
	Тегљач 28 – 34 t	Euro 0	0,71	1,22	0,78
		Euro I	0,63	1,08	0,70
		Euro II	0,63	1,04	0,68
		Euro III	0,63	1,07	0,70
		Euro IV	0,62	1,01	0,69
		Euro V	0,62	0,99	0,68
		Euro VI	0,62	1,00	0,68
	Тегљач 34 – 40 t	Euro 0	0,79	1,43	0,89
		Euro I	0,70	1,25	0,79
		Euro II	0,69	1,21	0,77
		Euro III	0,70	1,25	0,79
		Euro IV	0,69	1,18	0,78
		Euro V	0,70	1,18	0,77
		Euro VI	0,70	1,18	0,77
	Тегљач 40 – 50 t	Euro 0	0,88	1,58	0,99
		Euro I	0,78	1,38	0,87
		Euro II	0,79	1,37	0,86
		Euro III	0,78	1,38	0,88
		Euro IV	0,77	1,32	0,87
		Euro V	0,78	1,31	0,86
		Euro VI	0,78	1,32	0,86
	Тегљач 50 – 60 t	Euro 0	1,04	1,90	1,18
		Euro I	0,95	1,69	1,04
		Euro II	0,93	1,64	1,03
		Euro III	0,94	1,69	1,04
		Euro IV	0,93	1,61	1,04
		Euro V	0,93	1,59	1,03
		Euro VI	0,94	1,60	1,04
ТПГ	32 t+	n.a.	0,23	0,39	0,25

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
Тешка теретна возила [€₂₀₁₈-центи по tkm]					
Дизел	Соло < 7,5 t	Euro 0	0,56	0,68	0,53
		Euro I	0,45	0,54	0,43
		Euro II	0,41	0,44	0,36
		Euro III	0,40	0,41	0,35
		Euro IV	0,42	0,44	0,36
		Euro V	0,43	0,42	0,37
		Euro VI	0,42	0,40	0,35
	Соло 7,5 – 12 t	Euro 0	0,42	0,41	0,36
		Euro I	0,23	0,32	0,23
		Euro II	0,21	0,26	0,20
		Euro III	0,20	0,25	0,20
		Euro IV	0,21	0,26	0,20
		Euro V	0,21	0,25	0,20
		Euro VI	0,22	0,25	0,20
	Соло 12 – 14 t	Euro 0	0,22	0,25	0,20
		Euro I	0,13	0,19	0,13
		Euro II	0,12	0,16	0,11
		Euro III	0,11	0,15	0,11
		Euro IV	0,12	0,16	0,12
		Euro V	0,12	0,15	0,11
		Euro VI	0,11	0,14	0,11
	Соло 14 – 20 t	Euro 0	0,11	0,15	0,11
		Euro I	0,15	0,24	0,16
		Euro II	0,13	0,19	0,13
		Euro III	0,12	0,18	0,13
		Euro IV	0,13	0,19	0,13
		Euro V	0,12	0,17	0,13
		Euro VI	0,11	0,17	0,12
	Соло 20 – 26 t	Euro 0	0,12	0,17	0,13
		Euro I	0,08	0,14	0,09
		Euro II	0,07	0,11	0,08
		Euro III	0,07	0,11	0,08
		Euro IV	0,07	0,12	0,08
		Euro V	0,07	0,11	0,08
		Euro VI	0,07	0,11	0,07
	Соло 26 – 28 t	Euro 0	0,07	0,11	0,08
		Euro I	0,06	0,10	0,07
		Euro II	0,06	0,09	0,06
		Euro III	0,05	0,08	0,06
		Euro IV	0,06	0,09	0,06
		Euro V	0,06	0,08	0,06
		Euro VI	0,05	0,08	0,06
	Соло 28 – 32 t	Euro 0	0,05	0,08	0,06
		Euro I	0,06	0,09	0,06
		Euro II	0,05	0,08	0,06
		Euro III	0,05	0,08	0,06
		Euro IV	0,05	0,08	0,06
		Euro V	0,05	0,08	0,06
		Euro VI	0,05	0,08	0,06
	Соло >32 t	Euro 0	0,05	0,08	0,06
		Euro I	0,05	0,08	0,06
		Euro II	0,04	0,07	0,05
		Euro III	0,04	0,07	0,05
		Euro IV	0,04	0,07	0,05

Врста горива	Величина возила	ЕУРО класа	Аутопут	Градске саобраћајнице	Остале саобраћајнице
	Тегљач 14 – 20 t	Euro V	0,04	0,07	0,05
		Euro VI	0,04	0,07	0,05
		Euro 0	0,04	0,07	0,05
		Euro I	0,08	0,13	0,08
		Euro II	0,07	0,11	0,07
		Euro III	0,07	0,10	0,07
		Euro IV	0,07	0,11	0,07
		Euro V	0,07	0,10	0,07
		Euro VI	0,06	0,10	0,07
	Тегљач 20 – 28 t	Euro 0	0,06	0,10	0,07
		Euro I	0,08	0,13	0,08
		Euro II	0,07	0,12	0,08
		Euro III	0,07	0,11	0,07
		Euro IV	0,07	0,11	0,08
		Euro V	0,07	0,11	0,08
		Euro VI	0,07	0,11	0,07
	Тегљач 28 – 34 t	Euro 0	0,07	0,11	0,07
		Euro I	0,05	0,08	0,06
		Euro II	0,04	0,07	0,05
		Euro III	0,04	0,07	0,05
		Euro IV	0,04	0,07	0,05
		Euro V	0,04	0,07	0,05
		Euro VI	0,04	0,07	0,05
	Тегљач 34 – 40 t	Euro 0	0,04	0,07	0,05
		Euro I	0,05	0,08	0,06
		Euro II	0,04	0,08	0,05
		Euro III	0,04	0,07	0,05
		Euro IV	0,04	0,08	0,05
		Euro V	0,04	0,07	0,05
		Euro VI	0,04	0,07	0,05
	Тегљач 40 – 50 t	Euro 0	0,04	0,07	0,05
		Euro I	0,05	0,08	0,05
		Euro II	0,04	0,07	0,05
		Euro III	0,04	0,07	0,04
		Euro IV	0,04	0,07	0,05
		Euro V	0,04	0,07	0,04
		Euro VI	0,04	0,07	0,04
	Тегљач 50 – 60 t	Euro 0	0,04	0,07	0,04
		Euro I	0,05	0,08	0,06
		Euro II	0,04	0,08	0,05
		Euro III	0,04	0,07	0,05
		Euro IV	0,04	0,08	0,05
		Euro V	0,04	0,07	0,05
		Euro VI	0,04	0,07	0,05
ТПГ	32 t+	n.a.	0,04	0,07	0,05

7. ЕКСТЕРНИ ТРОШКОВИ НАРУШАВАЊА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Табела ПЗ-13. Просечни екстерни трошкови нарушавања животне средине у друмском теретном транспорту за подручје Републике Србије

Врста возила	Просечни ЕТ-и	
	€ ₂₀₁₈ -центи по vkm	€ ₂₀₁₈ -центи по tkm
ЛТВ	0,38	0,57
ТТВ	1,02	0,08

Када се говори о маргиналним екстерним трошковима нарушавања животне средине, маргинални екстерни трошкови губитка станишта практично су нула (додатни маргинални трошкови постоје само уколико капацитет инфраструктуре треба да се повећа због великих транспортних захтева). Међутим, може се претпоставити да су маргинални екстерни трошкови фрагментације станишта значајни, а у неким случајевима високи скоро као и просечни трошкови фрагментације станишта, јер постојање саобраћаја на путевима заиста омета животиње да пређу преко пута. Није могуће извршити генерално применљиву процену маргиналних трошкова нарушавања животне средине. Међутим, ови маргинални трошкови крећу се између нула (као минималне вредности) и просечних трошкова фрагментације станишта (као максималне вредности).

АНКЕТА

Поштовани, ова анкета је намењена за прикупљање информација које су неопходне за спровођење истраживања у оквиру докторске дисертације под називом „Моделирање екстерних трошкова у системима дистрибуције робе у градским подручјима“, кандидата Марка Величковића, студента докторских студија на Департману за саобраћај Факултета техничких наука из Новог Сада.

Анкета је анонимног карактера!

УПУТСТВО ЗА ПОПУЊАВАЊЕ АНКЕТЕ

У секцији 1 уносите основне информације о себи, а у секцијама 2 и 3 одговоре ћете давати у складу са овим упутством. Питања су у секцијама 2 и 3 приказана табеларно. Ваш задатак је да упоредите факторе који се односе на хелију коју намерава да попуните (ред табеле у односу на колону табеле). У зависности од тога да ли је по Вама значај фактора из одговарајућег реда табеле већи или мањи и у зависности од тога колико је релативни значај фактора из референтног реда табеле доминантан у односу на фактор из одговарајуће колоне табеле, уписаћете вредност на основу наредне скале:

Већи релативни значај		Мањи релативни значај	
1	Иста важност	1	Иста важност
3	Умерена доминантност	1/3	Умерена доминантност
5	Јака доминантност	1/5	Јака доминантност
7	Врло јака доминантност	1/7	Врло јака доминантност
9	Екстремна доминантност	1/9	Екстремна доминантност
2,4,6,8	Међувредности	1/2,1/4,1/6,1/8	Међувредности

Пример: Уколико, на пример, саобраћајна загушења по Вама имају мањи релативни утицај на екстерне трошкове транспорта терета у градским подручјима у односу на загађење ваздуха (ЗВ) и уколико је тај утицај умерено доминантан уписаћете 1/3 у одговарајућу хелију на следећи начин:

	ЗВ
Саобраћајна загушења (СЗ)	1/3					
Загађење ваздуха (ЗВ)						
...						

Утицај наведених иницијатива урбане логистике које оцењујете у секцији 3 посматра се у оквиру концепта консолидације урбаних теретних токова који омогућава примену многих иницијатива, тј. посматра се узајамни утицај урбаних консолидационих центара (УКЦ) и наведених иницијатива. У циљу бољег разумевања кратко ће бити приказано појашњење сваке иницијативе урбане логистике:

- Алтернативни начини транспорта (АНТ) – обухватају све начине транспорта који се разликују од конвенционалних возила за дистрибуцију у друмском транспорту (лака и тешка комерцијална возила на погон фосилним горивима), а ту спадају: карго бицикли и трицикли, хибридна и електрична друмска транспортна средства, карго трамваји, дронови за транспорт терета и слично.
- Временски оквири (ВО) – подразумевају временску стратегију организације испорука из УКЦ-а. На пример, испорука ноћу или у ванвршним периодима.
- Рестриктивне и регулаторне мере (РРМ) – подразумевају мере градске транспортне политике. На пример, забрана кретања тешким теретним возилима у одређеним временским периодима или одређеној зони, као и забрана кретања возилима која не задовољавају одређене критеријуме по питању утицаја на животну средину и друштво.
- Сакупљање повратних теретних токова (ПОВ) – подразумева додатну услугу коју оператер УКЦ-а нуди у смислу сакупљања повратних теретних токова из објеката који се налазе у подручју деловања УКЦ-а.
- Сателитски терминали (СТ) – представљају мале претоварне објекте у непосредној близини доставних зона са великом потражњом пре свега у циљу претовара терета са већих на мања доставна возила.
- Оптимизација на оперативном нивоу (ООН) – подразумева оптимизацију руте доставних возила и других оперативних ресурса.
- Услуге са додатом вредношћу (УДВ) – представљају додатне услуге које нуди УКЦ: паковање, складиштење, брендирање, најављене доставе, итд.
- Савремена ИТ решења (ИТ) – подразумевају примену савремених технологија за унапређење система урбане логистике. Ту спадају: системи за управљање саобраћајем, системи електронске наплате, системи за прикупљање и дељење информација о испорукама, напредни системи за возила и слично.

Секција 1: Основне информације

Молимо Вас да означите Ваше радно искуство:

- а) < 5 година;
- б) 5 – 10 година;
- в) 11 – 15 година;
- г) 16 – 20 година;
- д) > 20 година

Молимо Вас да означите у ком сектору сте запослени:

- а) Универзитет;
- б) Градска управа и градски планери;
- в) Малопродажни ланци, превозници и курирске службе;
- г) Саобраћајни пројектанти;
- д) _____

Секција 2: Оцените релативни значај екстерних ефеката транспорта

Молимо Вас да попуните беле ћелије у наредним табелама (у складу са упутством за попуњавање анкете које је приказано на страни 1) у зависности од тога **који од наведених екстерних ефеката** има већи релативни значај по питању утицаја на екстерне ефекте урбаног теретног транспорта и колико је по Вама значај тог ефекта већи:

Оцените релативни значај појединих екстерних ефеката за **СМАЊЕЊЕ НЕГАТИВНОГ УТИЦАЈА УРБАНОГ ТЕРЕТНОГ ТРАНСПОРТА У НОВОМ САДУ**

	ЕШГ	Б	СН	ЗВЗ	ПЕГ
Саобраћајна загушења (СЗ)					
Емисија штетних гасова (ЕШГ)					
Бука (Б)					
Саобраћајне незгоде (СН)					
Загађење воде и земље (ЗВЗ)					
Производња и експлоатација горива (ПЕГ)					

Секција 3: Оцените релативни значај иницијатива урбане логистике

Молимо Вас да попуните беле ћелије у наредним табелама (у складу са упутством за попуњавање анкете које је приказано на страни 1) у зависности од тога **која од иницијатива урбане логистике** по Вама има већи релативни значај по питању утицаја **на екстерне ефекте транспорта** (наведене у наслову сваке табеле) и колико је по Вама значај изабране иницијативе већи:

Оцените релативни утицај иницијатива урбане логистике на **САОБРАЋАЈНА ЗАГУШЕЊА**

	ВО	РРМ	ПОВ	СТ	ООН	УДВ	ИТ
Алтернативни начини транспорта (АНТ)							
Временски оквири (ВО)							
Рестриктивне и регулаторне мере (РРМ)							
Сакупљање повратних теретних токова (ПОВ)							
Сателитски терминали (СТ)							
Оптимизација на оперативном нивоу (ООН)							
Услуге са додатом вредношћу (УДВ)							
Савремена ИТ решења (ИТ)							

Оцените релативни утицај иницијатива урбане логистике на **ЕМИСИЈУ ШТЕТНИХ ГАСОВА**

	ВО	PPM	ПОВ	СТ	ООН	УДВ	ИТ
Алтернативни начини транспорта (АНТ)							
Временски оквири (ВО)							
Рестриктивне и регулаторне мере (PPM)							
Сакупљање повратних теретних токова (ПОВ)							
Сателитски терминали (СТ)							
Оптимизација на оперативном нивоу (ООН)							
Услуге са додатом вредношћу (УДВ)							
Савремена ИТ решења (ИТ)							

Оцените релативни утицај иницијатива урбане логистике на **БУКУ**

	ВО	PPM	ПОВ	СТ	ООН	УДВ	ИТ
Алтернативни начини транспорта (АНТ)							
Временски оквири (ВО)							
Рестриктивне и регулаторне мере (PPM)							
Сакупљање повратних теретних токова (ПОВ)							
Сателитски терминали (СТ)							
Оптимизација на оперативном нивоу (ООН)							
Услуге са додатом вредношћу (УДВ)							
Савремена ИТ решења (ИТ)							

Оцените релативни утицај иницијатива урбане логистике на **САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ**

	ВО	PPM	ПОВ	СТ	ООН	УДВ	ИТ
Алтернативни начини транспорта (АНТ)							
Временски оквири (ВО)							
Рестриктивне и регулаторне мере (PPM)							
Сакупљање повратних теретних токова (ПОВ)							
Сателитски терминали (СТ)							
Оптимизација на оперативном нивоу (ООН)							
Услуге са додатом вредношћу (УДВ)							
Савремена ИТ решења (ИТ)							

Оцените релативни утицај иницијатива урбане логистике на **ЗАГАЂЕЊЕ ЗЕМЉИШТА И ВОДЕ**

	ВО	PPM	ПОВ	СТ	ООН	УДВ	ИТ
Алтернативни начини транспорта (АНТ)							
Временски оквири (ВО)							
Рестриктивне и регулаторне мере (PPM)							
Сакупљање повратних теретних токова (ПОВ)							
Сателитски терминали (СТ)							
Оптимизација на оперативном нивоу (ООН)							
Услуге са додатом вредношћу (УДВ)							
Савремена ИТ решења (ИТ)							

Оцените релативни утицај иницијатива урбане логистике на **ПРОИЗВОДЊУ И ЕКСПЛОАТАЦИЈУ ГОРИВА**

	ВО	РРМ	ПОВ	СТ	ООН	УДВ	ИТ
Алтернативни начини транспорта (АНТ)							
Временски оквири (ВО)							
Рестриктивне и регулаторне мере (РРМ)							
Сакупљање повратних теретних токова (ПОВ)							
Сателитски терминали (СТ)							
Оптимизација на оперативном нивоу (ООН)							
Услуге са додатом вредношћу (УДВ)							
Савремена ИТ решења (ИТ)							

ХВАЛА!

Табела П5-1. УКЦ иницијатива (вредности изражене у 1.000 €/год.)

УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	2015,0	1263,4	2914,6	1361,4	2449,3	1555,0	1569,2	2460,3	1889,1	2628,2	2044,7	2690,3	2236,2	1833,3

Табела П5-2. УКЦ концепт са 1 додатном иницијативом: УКЦ + зоне забране кретања за ТТВ (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Зоне забране кретања за ТТВ	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
	Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
Ц	3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	3139,4	2305,8	3397,0	2165,8	2302,4	1726,2	1569,2	3322,6	2628,7	3358,1	2423,9	2889,9	2504,1	2346,1
П1	3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	3559,7	2789,9	3485,1	2560,5	2466,2	1811,6	1569,2	3829,4	3027,5	3854,2	2648,1	3055,2	2672,7	2711,1
П2 (све зоне)	3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	3991,8	2655,6	3725,5	2419,6	2486,4	1816,0	1569,2	3894,5	2955,8	3948,6	2647,9	3022,9	2671,7	2799,2

Табела П5-3. УКЦ концепт са 1 додатном иницијативом: УКЦ + посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
	Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
ПС + Ц	1516,5	934,1	1771,1	801,5	1460,5	881,5	737,9	727,2	487,7	1241,1	535,1	1054,6	713,2	737,9	1001,5	732,8	1121,3	815,0	1167,8	974,0	754,1
ПС + П1	1606,2	1023,8	1860,8	891,2	1550,2	971,2	827,6	843,4	471,3	1661,6	583,3	1252,4	802,1	827,6	1091,5	806,8	1264,4	917,0	1301,7	1073,5	860,6
ПС + П2	1632,5	1050,1	1887,1	917,5	1576,5	997,5	853,9	860,8	542,1	1737,4	630,5	1281,0	847,2	853,9	1133,9	851,9	1314,3	955,7	1340,3	1115,1	901,0
ПС + Ц + П1	1487,8	905,4	1742,4	772,9	1431,8	852,8	709,2	704,2	405,6	1156,3	479,9	1020,9	664,2	709,2	951,3	679,9	1063,6	770,3	1123,0	926,9	707,3
ПС + Ц + П2	1514,1	931,7	1768,7	799,1	1458,1	879,1	735,5	721,6	476,4	1232,0	527,0	1049,5	709,3	735,5	993,7	724,9	1113,4	809,0	1161,6	968,6	747,7
ПС + П1 + П2	1603,8	1021,4	1858,4	888,9	1547,8	968,8	825,2	837,8	460,0	1652,6	575,2	1247,3	798,2	825,2	1083,8	798,9	1256,6	910,9	1295,5	1068,1	854,2
ПС + Ц + П1 + П2	1485,4	903,0	1740,0	770,5	1429,4	850,4	706,9	698,6	394,2	1147,3	471,8	1015,8	660,2	706,9	943,6	672,0	1055,7	764,2	1116,8	921,5	700,9

Табела П5-4. УКЦ концепт са 1 додатном иницијативом: УКЦ + ноћне доставе (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Ноћне доставе	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
	Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Φ2	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	1803,0	886,8	1989,1	859,6	1626,4	634,8	558,2	2071,1	1542,4	2037,5	1541,1	2016,2	1530,2	1245,2
Φ1	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	379,7	517,0	1560,7	654,8	1135,2	1129,8	1183,9	604,0	533,7	886,8	712,9	940,7	932,2	803,1
Φ1+Φ2	220.6	181.0	239.5	174.6	220.0	179.4	172.8	167.7	140.4	635.2	153.0	312.4	209.6	172.8	214.8	187.0	296.1	209.3	266.6	226.2	214.9

Табела П5-5. УКЦ концепт са 1 додатном иницијативом: УКЦ + електрична возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Ноћне доставе	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
	Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Конвенционална	3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	2015,0	1263,4	2914,6	1361,4	2449,3	1555,0	1569,2	2460,3	1889,1	2628,2	2044,7	2690,3	2236,2	1833,3
Електрична	3284,5	2141,5	3566,2	1844,5	3032,0	1787,5	1526,2	2006,4	1248,4	2877,6	1341,7	2413,6	1515,7	1526,2	2444,8	1875,0	2603,9	2023,9	2662,4	2206,5	1808,9

Табела П5-6. УКЦ концепт са 2 додатне иницијативе: УКЦ + зоне забране кретања за ТТВ + посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Зоне забране за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Центар	ПС + Ц	3204,9	2055,5	3498,1	1761,3	2958,8	1711,6	1450,8	2738,8	1961,9	2780,4	1878,6	2084,3	1556,9	1450,8	2970,8	2299,0	2981,5	2187,3	2636,2	2297,4	2091,8
	ПС + П1	3294,6	2145,2	3587,8	1851,0	3048,5	1801,3	1540,5	3117,0	2238,0	3312,3	2114,7	2268,7	1677,4	1540,5	3275,3	2579,3	3302,2	2380,7	2846,1	2458,2	2300,9
	ПС + П2	3320,9	2171,5	3614,1	1877,3	3074,8	1827,6	1566,8	3133,8	2296,6	3388,0	2158,3	2297,3	1722,2	1566,8	3315,2	2621,3	3350,5	2418,0	2883,8	2498,8	2339,9
	ПС + Ц + П1	3176,3	2026,8	3469,4	1732,6	2930,1	1683,0	1422,2	2716,4	1894,1	2695,8	1827,5	2050,6	1508,1	1422,2	2923,6	2249,7	2925,5	2144,1	2592,5	2251,5	2046,6
	ПС + Ц + П2	3202,5	2053,1	3495,7	1758,9	2956,4	1709,2	1448,4	2733,2	1952,7	2771,4	1871,1	2079,2	1553,0	1448,4	2963,5	2291,6	2973,9	2181,4	2630,2	2292,2	2085,6
	ПС + П1 + П2	3292,3	2142,8	3585,4	1848,6	3046,1	1799,0	1538,2	3111,4	2228,9	3303,3	2107,2	2263,6	1673,4	1538,2	3267,9	2571,9	3294,6	2374,8	2840,1	2452,9	2294,7
	ПС + Ц + П1 + П2	3173,9	2024,4	3467,0	1730,2	2927,7	1680,6	1419,8	2710,8	1884,9	2686,8	1820,0	2045,5	1504,2	1419,8	2916,2	2242,3	2917,9	2138,2	2586,4	2246,3	2040,4
Прстен 1	ПС + Ц	3204,9	2055,5	3498,1	1761,3	2958,8	1711,6	1450,8	3377,9	2496,2	3195,3	2286,8	2258,5	1665,6	1450,8	3537,2	2755,0	3575,4	2440,7	2834,1	2494,0	2492,4
	ПС + П1	3294,6	2145,2	3587,8	1851,0	3048,5	1801,3	1540,5	3506,8	2708,7	3400,6	2489,6	2406,6	1771,2	1540,5	3748,3	2951,6	3774,6	2590,3	2993,0	2622,6	2649,7
	ПС + П2	3320,9	2171,5	3614,1	1877,3	3074,8	1827,6	1566,8	3554,1	2782,2	3479,3	2553,3	2461,2	1808,5	1566,8	3822,8	3021,0	3847,9	2642,8	3049,7	2668,2	2705,6
	ПС + Ц + П1	3176,3	2026,8	3469,4	1732,6	2930,1	1683,0	1422,2	3325,0	2415,0	3110,8	2215,9	2198,8	1625,1	1422,2	3456,2	2679,1	3495,8	2383,0	2771,9	2443,8	2431,0
	ПС + Ц + П2	3202,5	2053,1	3495,7	1758,9	2956,4	1709,2	1448,4	3372,3	2488,5	3189,6	2279,7	2253,5	1662,5	1448,4	3530,7	2748,6	3569,1	2435,4	2828,6	2489,4	2486,9

Зоне забране за ТГТ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Прстен 2 (све зоне)	ПС + П1 + П2	3292,3	2142,8	3585,4	1848,6	3046,1	1799,0	1538,2	3501,2	2701,0	3394,8	2482,4	2401,6	1768,1	1538,2	3741,7	2945,1	3768,4	2585,0	2987,5	2618,0	2644,2
	ПС + Ц + П1 + П2	3173,9	2024,4	3467,0	1730,2	2927,7	1680,6	1419,8	3319,4	2407,3	3105,0	2208,8	2193,8	1622,0	1419,8	3449,6	2672,7	3489,6	2377,7	2766,4	2439,3	2425,5
	ПС + Ц	3204,9	2055,5	3498,1	1761,3	2958,8	1711,6	1450,8	3767,7	2479,1	3447,2	2270,6	2291,0	1670,0	1450,8	3697,4	2763,7	3734,7	2476,2	2845,7	2509,9	2619,9
	ПС + П1	3294,6	2145,2	3587,8	1851,0	3048,5	1801,3	1540,5	3928,5	2608,0	3643,9	2383,7	2429,8	1775,6	1540,5	3838,4	2901,4	3886,0	2599,7	2972,1	2626,1	2748,3
	ПС + П2	3320,9	2171,5	3614,1	1877,3	3074,8	1827,6	1566,8	3983,4	2652,2	3714,3	2416,8	2478,4	1812,9	1566,8	3888,2	2950,1	3941,3	2642,7	3017,1	2667,3	2793,7
	ПС + Ц + П1	3176,3	2026,8	3469,4	1732,6	2930,1	1683,0	1422,2	3704,4	2431,5	3365,6	2234,7	2234,4	1629,5	1422,2	3641,3	2709,3	3672,0	2428,0	2794,9	2464,4	2569,0
	ПС + Ц + П2	3202,5	2053,1	3495,7	1758,9	2956,4	1709,2	1448,4	3759,3	2475,7	3436,0	2267,9	2282,9	1666,9	1448,4	3691,1	2757,9	3727,3	2471,1	2839,8	2505,5	2614,4
	ПС + П1 + П2	3292,3	2142,8	3585,4	1848,6	3046,1	1799,0	1538,2	3920,0	2604,5	3632,7	2380,9	2421,8	1772,5	1538,2	3832,1	2895,6	3878,6	2594,5	2966,3	2621,7	2742,8
ПС + Ц + П1 + П2	3173,9	2024,4	3467,0	1730,2	2927,7	1680,6	1419,8	3695,9	2428,0	3354,4	2232,0	2226,4	1626,4	1419,8	3635,1	2703,5	3664,6	2422,9	2789,0	2459,9	2563,5	

Табела П5-7. УКЦ концепт са 2 додатне иницијативе: УКЦ + ноћне доставе + посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Ноћне доставе	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Ф2	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	1663,8	821,1	1483,8	756,1	1394,9	496,8	439,8	1930,9	1415,4	1836,6	1394,3	1837,5	1383,7	1091,9
	ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	1780,0	804,7	1904,3	804,3	1592,7	585,7	529,5	2020,9	1489,5	1979,8	1496,3	1971,4	1483,1	1198,4
	ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	1797,4	875,5	1980,1	851,5	1621,3	630,8	555,8	2063,3	1534,5	2029,7	1535,0	2010,0	1524,8	1238,8
	ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	1640,8	739,0	1399,0	700,9	1361,2	447,7	411,1	1880,8	1362,5	1778,9	1349,6	1792,7	1336,6	1045,1
	ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	1658,1	809,8	1474,8	748,0	1389,8	492,9	437,4	1923,2	1407,6	1828,8	1388,2	1831,3	1378,3	1085,5
	ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	1774,4	793,4	1895,3	796,2	1587,6	581,7	527,1	2013,2	1481,6	1972,0	1490,2	1965,2	1477,7	1192,0
	ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	1635,1	727,6	1390,0	692,8	1356,1	443,8	408,7	1873,0	1354,7	1771,1	1343,5	1786,6	1331,2	1038,7
Ф1	ПС + Ц	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	240,5	451,2	1055,3	551,4	903,7	991,9	1065,5	463,9	406,7	685,9	566,2	762,0	785,6	649,8
	ПС + П1	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	356,7	434,8	1475,9	599,6	1101,5	1080,8	1155,2	553,9	480,8	829,1	668,2	896,0	885,1	756,3
	ПС + П2	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	374,1	505,6	1551,6	646,7	1130,1	1125,9	1181,5	596,3	525,8	879,0	706,9	934,6	926,8	796,7
	ПС + Ц + П1	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	217,5	369,1	970,5	496,2	870,0	942,8	1036,8	413,7	353,8	628,2	521,5	717,3	738,6	603,0

Нове доставе	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Φ1+Φ2	ПС + Ц + П2	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	234,9	439,9	1046,3	543,3	898,6	987,9	1063,1	456,1	398,9	678,1	560,1	755,9	780,2	643,4
	ПС + П1 + П2	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	351,1	423,5	1466,8	591,5	1096,4	1076,8	1152,8	546,1	472,9	821,3	662,1	889,8	879,7	749,9
	ПС + Ц + П1 + П2	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	211,9	357,7	961,5	488,1	864,9	938,9	1034,4	406,0	346,0	620,4	515,4	711,1	733,2	596,6
	ПС + Ц	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	28,4	74,7	129,9	49,5	80,8	71,6	54,4	74,7	60,0	95,2	62,6	87,9	79,6	61,6
	ПС + П1	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	144,6	58,3	550,4	97,7	278,7	160,5	144,2	164,7	134,1	238,4	164,6	221,8	179,1	168,1
	ПС + П2	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	162,0	129,1	626,2	144,9	307,2	205,6	170,4	207,1	179,1	288,3	203,2	260,4	220,8	208,5
	ПС + Ц + П1	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	5,4	-7,5	45,1	-5,7	47,1	22,6	25,8	24,5	7,1	37,5	17,8	43,2	32,6	14,8
	ПС + Ц + П2	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	22,8	63,3	120,9	41,5	75,7	67,7	52,1	66,9	52,2	87,4	56,5	81,7	74,2	55,3
	ПС + П1 + П2	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	139,0	46,9	541,4	89,6	273,5	156,6	141,8	156,9	126,2	230,6	158,5	215,7	173,7	161,8
	ПС + П1 + П1 + П2	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	-0,2	-18,8	36,1	-13,8	42,0	18,6	23,4	16,8	-0,7	29,7	11,7	37,0	27,2	8,5

Табела П5-8. УКЦ концепт са 2 додатне иницијативе: УКЦ + електрична возила + посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Врста ЛДВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Конвенционална	ПС + Ц	3204,9	2055,5	3498,1	1761,3	2958,8	1711,6	1450,8	1875,8	1197,6	2409,3	1258,0	2217,8	1417,1	1450,8	2320,1	1762,1	2427,3	1898,0	2511,6	2089,6	1680,0
	ПС + П1	3294,6	2145,2	3587,8	1851,0	3048,5	1801,3	1540,5	1992,0	1181,2	2829,8	1306,2	2415,6	1506,0	1540,5	2410,1	1836,2	2570,5	1999,9	2645,6	2189,1	1786,5
	ПС + П2	3320,9	2171,5	3614,1	1877,3	3074,8	1827,6	1566,8	2009,4	1252,0	2905,6	1353,3	2444,2	1551,1	1566,8	2452,5	1881,2	2620,4	2038,6	2684,1	2230,8	1826,9
	ПС + Ц + П1	3176,3	2026,8	3469,4	1732,6	2930,1	1683,0	1422,2	1852,8	1115,5	2324,5	1202,8	2184,1	1368,0	1422,2	2270,0	1709,2	2369,6	1853,2	2466,9	2042,6	1633,2
	ПС + Ц + П2	3202,5	2053,1	3495,7	1758,9	2956,4	1709,2	1448,4	1870,2	1186,3	2400,2	1249,9	2212,7	1413,1	1448,4	2312,4	1754,3	2419,5	1891,9	2505,5	2084,2	1673,7
	ПС + П1 + П2	3292,3	2142,8	3585,4	1848,6	3046,1	1799,0	1538,2	1986,4	1169,9	2820,8	1298,1	2410,5	1502,0	1538,2	2402,4	1828,3	2562,7	1993,9	2639,4	2183,7	1780,2
	ПС + Ц + П1 + П2	3173,9	2024,4	3467,0	1730,2	2927,7	1680,6	1419,8	1847,2	1104,2	2315,5	1194,7	2179,0	1364,0	1419,8	2262,2	1701,4	2361,8	1847,1	2460,7	2037,2	1626,9
Електрична	ПС + Ц	3166,1	2023,1	3447,8	1726,2	2913,7	1669,1	1407,8	1867,2	1182,6	2372,2	1238,3	2182,1	1377,7	1407,8	2304,7	1748,1	2403,0	1877,2	2483,7	2059,9	1655,6
	ПС + П1	3255,8	2112,8	3537,5	1815,9	3003,4	1758,8	1497,5	1983,4	1166,2	2792,8	1286,5	2379,9	1466,6	1497,5	2394,7	1822,1	2546,2	1979,1	2617,6	2159,4	1762,1
	ПС + П2	3282,1	2139,1	3563,8	1842,2	3029,7	1785,1	1523,8	2000,8	1237,0	2868,5	1333,7	2408,5	1511,7	1523,8	2437,1	1867,2	2596,1	2017,8	2656,2	2201,1	1802,5
	ПС + Ц + П1	3137,4	1994,4	3419,1	1697,5	2885,0	1640,4	1379,1	1844,2	1100,5	2287,5	1183,1	2148,4	1328,6	1379,1	2254,5	1695,2	2345,3	1832,4	2438,9	2012,9	1608,8
	ПС + Ц + П2	3163,7	2020,7	3445,4	1723,8	2911,3	1666,7	1405,4	1861,6	1171,3	2363,2	1230,2	2177,0	1373,7	1405,4	2296,9	1740,2	2395,2	1871,1	2477,5	2054,5	1649,2

Врста ЈДВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
	ПС + П1 + П2	3253,4	2110,4	3535,1	1813,5	3001,0	1756,4	1495,1	1977,8	1154,9	2783,8	1278,4	2374,8	1462,6	1495,1	2386,9	1814,3	2538,4	1973,0	2611,4	2154,0	1755,7
	ПС + Ц + П1 + П2	3135.1	1992.0	3416.8	1695.1	2882.6	1638.0	1376.7	1838.6	1089.1	2278.4	1175.0	2143.3	1324.7	1376.7	2246.8	1687.3	2337.5	1826.3	2432.7	2007.5	1602.4

Табела П5-9. УКЦ концепт са 2 додатне иницијативе: УКЦ + ноћне доставе + зоне забране кретања за ТТВ (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Ноћне доставе	Зоне забране кретања за ТТВ	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1						Варијанта V2						Варијанта V3								
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Φ2	Ц	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	2544,3	1620,8	2338,3	1403,9	1465,2	745,7	558,2	2647,5	2029,4	2500,5	1764,1	2062,8	1660,4	1552,3
	Π1	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	2819,6	1960,6	2374,2	1663,3	1443,5	804,9	558,2	2952,3	2261,2	2745,3	1865,7	2039,3	1718,5	1726,1
	Π2 (све зоне)	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	3065,4	1921,6	2500,8	1603,3	1362,9	809,1	558,2	2979,5	2217,9	2784,2	1843,0	1949,8	1693,6	1761,7
Φ1	Ц	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	1079,0	1115,7	1820,3	1118,7	1135,3	1225,1	1183,9	1125,9	1006,5	1351,5	969,4	1175,4	1137,6	1126,4
	Π1	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	1068,9	1248,4	1566,3	1280,4	1341,3	1224,1	1183,9	1324,6	1163,6	1556,3	1089,0	1360,3	1234,8	1318,1
	Π2 (све зоне)	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	1304,9	1003,6	1676,7	1042,6	1427,1	1224,6	1183,9	1255,5	1037,1	1540,0	1070,5	1366,2	1239,4	1328,8
Φ1+Φ2	Ц	220,6	181,0	239,5	174,6	220,0	179,4	172,8	484,0	430,8	761,6	356,8	298,0	244,7	172,8	450,8	407,3	493,9	309,6	348,4	293,9	332,7
	Π1	220,6	181,0	239,5	174,6	220,0	179,4	172,8	328,8	419,1	455,3	383,2	318,6	217,4	172,8	447,6	397,3	447,5	306,6	344,4	280,5	333,1
	Π2 (све зоне)	220,6	181,0	239,5	174,6	220,0	179,4	172,8	378,5	269,6	452,0	226,3	303,6	217,7	172,8	340,6	299,2	375,5	265,7	293,0	261,3	291,3

Табела П5-10. УКЦ концепт са 2 додатне иницијативе: УКЦ + електрична возила + зоне забране кретања за ТТВ (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Врста ЈДВ	Зоне забране кретања за ТТВ	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1						Варијанта V2						Варијанта V3								
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Конвенциона	Ц	3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	3139,4	2305,8	3397,0	2165,8	2302,4	1726,2	1569,2	3322,6	2628,7	3358,1	2423,9	2889,9	2504,1	2346,1
	П1	3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	3559,7	2789,9	3485,1	2560,5	2466,2	1811,6	1569,2	3829,4	3027,5	3854,2	2648,1	3055,2	2672,7	2711,1
	П2 (све зоне)	3323,3	2173,9	3616,5	1879,7	3077,2	1830,0	1569,2	3991,8	2655,6	3725,5	2419,6	2486,4	1816,0	1569,2	3894,5	2955,8	3948,6	2647,9	3022,9	2671,7	2799,2
Електри	Ц	3284,5	2141,5	3566,2	1844,5	3032,0	1787,5	1526,2	3111,9	2279,0	3354,9	2136,0	2265,4	1684,7	1526,2	3295,8	2604,8	3323,3	2396,8	2855,6	2469,0	2313,4
	П1	3284,5	2141,5	3566,2	1844,5	3032,0	1787,5	1526,2	3524,5	2756,3	3438,9	2524,5	2422,3	1768,9	1526,2	3794,4	2996,1	3808,5	2615,7	3013,0	2632,6	2670,1

Врста ЈДВ	Зоне забране кретања за ТТВ	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																			
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3					
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}
П2 (све зоне)	3284,5	2141,5	3566,2	1844,5	3032,0	1787,5	1526,2	3953,8	2624,2	3675,9	2384,9	2439,7	1773,3	1526,2	3856,6	2924,6	3900,4	2614,0	2978,0	2630,3	2755,6

Табела П5-11. УКЦ концепт са 2 додатне иницијативе: УКЦ + електрична возила + ноћне доставе (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Врста ЈДВ	Ноћне доставе	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Конвенциона	Φ2	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	1803,0	886,8	1989,1	859,6	1626,4	634,8	558,2	2071,1	1542,4	2037,5	1541,1	2016,2	1530,2	1245,2
	Φ1	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	379,7	517,0	1560,7	654,8	1135,2	1129,8	1183,9	604,0	533,7	886,8	712,9	940,7	932,2	803,1
	Φ1+Φ2	220,6	181,0	239,5	174,6	220,0	179,4	172,8	167,7	140,4	635,2	153,0	312,4	209,6	172,8	214,8	187,0	296,1	209,3	266,6	226,2	214,9
Електрична	Φ2	2327,8	1356,9	2328,8	985,6	1927,4	754,6	477,4	1788,2	861,9	1927,4	828,1	1557,3	560,3	477,4	2045,7	1518,4	1994,7	1504,1	1966,2	1475,6	1201,3
	Φ1	1106,3	904,1	1384,7	968,1	1240,8	1132,0	1140,8	371,1	501,9	1523,6	635,2	1099,5	1090,5	1140,8	588,6	519,6	862,5	692,1	912,8	902,4	778,6
	Φ1+Φ2	149,6	119,5	147,2	109,2	136,2	99,1	92,1	152,9	115,5	573,5	121,5	243,2	135,1	92,1	189,5	163,0	253,3	172,3	216,6	171,5	171,0

Табела П5-12. УКЦ концепт са 3 додатне иницијативе: УКЦ + ноћне доставе + зоне забране кретања за ТТВ + посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Ноћне доставе	Забрана за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
			Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Ф2	Ц	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	2143,7	1276,9	1721,7	1116,7	1247,0	576,4	439,8	2295,7	1699,8	2123,9	1527,5	1809,2	1453,7	1298,0
		ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	2521,9	1553,0	2253,6	1352,8	1431,5	696,9	529,5	2600,2	1980,1	2444,6	1720,9	2019,1	1614,5	1507,2
		ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	2538,7	1611,7	2329,3	1396,4	1460,1	741,8	555,8	2640,1	2022,0	2492,9	1758,2	2056,8	1655,1	1546,1
		ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	2121,3	1209,1	1637,1	1065,6	1213,3	527,6	411,1	2248,4	1650,4	2067,9	1484,3	1765,4	1407,8	1252,8
		ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	2138,1	1267,8	1712,7	1109,2	1241,9	572,5	437,4	2288,3	1692,4	2116,3	1521,6	1803,1	1448,5	1291,8
		ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	2516,3	1543,9	2244,6	1345,2	1426,4	693,0	527,1	2592,8	1972,7	2437,0	1715,0	2013,0	1609,2	1501,0
		ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	2115,7	1200,0	1628,1	1058,1	1208,2	523,7	408,7	2241,1	1643,0	2060,3	1478,4	1759,3	1402,6	1246,7

Ноћне доставе	Забрана за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																			
			Варијанта V1						Варијанта V2						Варијанта V3							
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}
П1	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	2637,8	1666,8	2084,4	1389,7	1235,8	658,9	439,8	2660,2	1988,7	2466,6	1658,3	1818,2	1539,7	1507,4
	ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	2766,7	1879,4	2289,7	1592,4	1383,9	764,5	529,5	2871,3	2185,3	2665,8	1807,9	1977,0	1668,3	1664,7
	ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	2814,0	1952,9	2368,4	1656,2	1438,5	801,8	555,8	2945,8	2254,7	2739,1	1860,4	2033,8	1714,0	1720,6
	ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	2584,9	1585,7	1999,9	1318,7	1176,1	618,4	411,1	2579,2	1912,8	2387,0	1600,6	1755,9	1489,6	1446,0
	ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	2632,2	1659,1	2078,6	1382,5	1230,8	655,8	437,4	2653,7	1982,2	2460,3	1653,0	1812,7	1535,2	1501,9
	ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	2761,1	1871,7	2283,9	1585,2	1378,9	761,4	527,1	2864,7	2178,8	2659,5	1802,6	1971,5	1663,8	1659,2
	ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	2579,3	1578,0	1994,1	1311,6	1171,1	615,3	408,7	2572,6	1906,3	2380,8	1595,3	1750,4	1485,0	1440,5
П2 (све зоне)	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	2841,3	1745,1	2222,6	1454,4	1167,5	663,1	439,8	2782,4	2025,8	2570,2	1671,3	1772,5	1531,8	1582,4
	ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	3002,1	1873,9	2419,2	1567,4	1306,3	768,7	529,5	2923,4	2163,5	2721,5	1794,8	1899,0	1648,0	1710,8
	ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	3057,0	1918,1	2489,6	1600,6	1354,8	806,1	555,8	2973,2	2212,2	2776,8	1837,9	1943,9	1689,2	1756,2
	ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	2778,0	1697,5	2140,9	1418,5	1110,9	622,6	411,1	2726,3	1971,4	2507,5	1623,1	1721,8	1486,3	1531,5
	ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	2832,9	1741,7	2211,3	1451,6	1159,4	660,0	437,4	2776,1	2020,1	2562,8	1666,2	1766,7	1527,4	1576,9
	ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	2993,6	1870,5	2408,0	1564,7	1298,3	765,6	527,1	2917,2	2157,7	2714,1	1789,7	1893,2	1643,6	1705,3
	ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	2769,5	1694,0	2129,7	1415,8	1102,8	619,6	408,7	2720,1	1965,6	2500,2	1618,0	1715,9	1481,9	1526,0
Ф1	ПС + Ц	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	678,4	771,8	1203,7	831,6	917,1	1055,8	1065,5	774,1	676,9	974,9	732,8	921,7	930,9	872,1
	ПС + П1	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	1056,7	1048,0	1735,6	1067,6	1101,6	1176,3	1155,2	1078,6	957,2	1295,6	926,2	1131,7	1091,7	1081,3
	ПС + П2	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	1073,4	1106,6	1811,3	1111,2	1130,2	1221,2	1181,5	1118,5	999,1	1343,9	963,5	1169,4	1132,3	1120,3
	ПС + Ц + П1	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	656,1	704,1	1119,1	780,4	883,4	1007,0	1036,8	726,9	627,5	918,9	689,6	878,0	885,0	826,9
	ПС + Ц + П2	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	672,8	762,7	1194,7	824,1	912,0	1051,9	1063,1	766,8	669,5	967,3	726,9	915,7	925,7	865,9
	ПС + П1 + П2	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	1051,0	1038,8	1726,6	1060,1	1096,5	1172,4	1152,8	1071,3	949,8	1288,0	920,4	1125,6	1086,4	1075,1
	ПС + Ц + П1 + П2	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	650,4	694,9	1110,1	772,9	878,3	1003,1	1034,4	719,5	620,1	911,3	683,8	871,9	879,8	820,8
П1	ПС + Ц	3,8	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	887,1	954,6	1276,5	1006,7	1133,5	1078,1	1065,5	1032,5	891,1	1277,5	881,7	1139,2	1056,0
	ПС + П1	30,4	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	1016,0	1167,2	1481,7	1209,5	1281,7	1183,7	1155,2	1243,6	1087,7	1476,8	1031,3	1298,1	1184,6
	ПС + П2	49,3	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	1063,3	1240,7	1560,5	1273,2	1336,3	1221,0	1181,5	1318,1	1157,2	1550,1	1083,7	1354,8	1230,2
	ПС + Ц + П1	-20,8	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	834,2	873,5	1192,0	935,8	1073,9	1037,6	1036,8	951,4	815,2	1198,0	823,9	1077,0	1005,8

Ноће доставе	Забрана за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
			Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
П2 (све зоне)	ПС + Ц + П2	-1,8	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	881,4	946,9	1270,7	999,6	1128,5	1075,0	1063,1	1025,9	884,7	1271,3	876,4	1133,7	1051,5	
	ПС + П1 + П2	24,7	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	1010,4	1159,5	1476,0	1202,3	1276,7	1180,6	1152,8	1237,0	1081,3	1470,5	1026,0	1292,6	1180,0	
	ПС + Ц + П1 + П2	-26,4	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	828,5	865,8	1186,2	928,7	1068,9	1034,5	1034,4	944,9	808,8	1191,7	818,7	1071,5	1001,3	
	ПС + Ц	-4,8	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	1080,8	827,2	1398,5	893,6	1231,7	1078,5	1065,5	1058,5	845,0	1326,0	898,9	1188,9	1077,6	
	ПС + П1	21,7	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	1241,5	956,0	1595,1	1006,7	1370,5	1184,1	1155,2	1199,5	982,6	1477,3	1022,3	1315,4	1193,8	
	ПС + П2	45,1	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	1296,4	1000,2	1665,5	1039,8	1419,1	1221,5	1181,5	1249,3	1031,3	1532,6	1065,4	1360,3	1235,0	
	ПС + Ц + П1	-29,4	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	1017,4	779,5	1316,8	857,7	1175,1	1038,1	1036,8	1002,4	790,5	1263,4	850,7	1138,1	1032,1	
	ПС + Ц + П2	-6,0	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	1072,3	823,7	1387,3	890,9	1223,6	1075,5	1063,1	1052,2	839,2	1318,7	893,7	1183,0	1073,2	
	ПС + П1 + П2	20,6	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	1233,1	952,5	1583,9	1003,9	1362,5	1181,1	1152,8	1193,2	976,9	1469,9	1017,2	1309,5	1189,4	
ПС + Ц + П1 + П2	-30,5	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	1009,0	776,0	1305,6	855,0	1167,0	1035,0	1034,4	996,1	784,8	1256,0	845,5	1132,2	1027,7		
Ф1+Ф2	Ц	ПС + Ц	12,1	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	83,4	86,9	145,1	69,7	79,8	75,4	54,4	99,0	77,6	117,3	73,0	94,7	87,2
		ПС + П1	37,0	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	461,6	363,0	677,0	305,7	264,3	195,9	144,2	403,5	357,9	438,0	266,4	304,6	248,0
		ПС + П2	57,7	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	478,4	421,7	752,6	349,3	292,9	240,7	170,4	443,4	399,9	486,3	303,7	342,3	288,6
		ПС + Ц + П1	-14,1	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	61,0	19,1	60,4	18,5	46,1	26,6	25,8	51,8	28,3	61,4	29,9	50,9	41,3
		ПС + Ц + П2	6,5	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	77,8	77,8	136,1	62,2	74,7	71,5	52,1	91,7	70,2	109,7	67,2	88,6	82,0
		ПС + П1 + П2	31,4	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	456,0	353,9	667,9	298,2	259,2	191,9	141,8	396,1	350,5	430,4	260,6	298,6	242,7
		ПС + Ц + П1 + П2	-19,7	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	55,4	10,0	51,4	11,0	41,0	22,7	23,4	44,4	20,8	53,7	24,0	44,9	36,1
	П1	ПС + Ц	3,8	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	146,9	125,3	165,5	109,5	110,8	71,4	54,4	155,5	124,8	168,7	99,3	123,3	101,8
		ПС + П1	30,4	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	275,9	337,9	370,8	312,3	259,0	177,0	144,2	366,5	321,4	367,9	248,9	282,1	230,3
		ПС + П2	49,3	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	323,2	411,4	449,5	376,0	313,6	214,3	170,4	441,1	390,8	441,2	301,3	338,9	276,0
		ПС + Ц + П1	-20,8	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	94,0	44,2	81,0	38,6	51,2	30,9	25,8	74,4	48,9	89,1	41,6	61,1	51,6
		ПС + Ц + П2	-1,8	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	141,3	117,6	159,7	102,4	105,8	68,3	52,1	148,9	118,4	162,5	94,0	117,8	97,2
		ПС + П1 + П2	24,7	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	270,3	330,2	365,0	305,1	254,0	173,9	141,8	360,0	314,9	361,7	243,6	276,6	225,8
		ПС + Ц + П1 + П2	-26,4	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	88,4	36,5	75,2	31,5	46,2	27,8	23,4	67,9	42,5	82,9	36,3	55,5	47,0
	П	ПС + Ц	-4,8	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	154,4	93,1	173,8	77,4	108,2	71,7	54,4	143,5	107,1	161,6	94,0	115,8	99,5

Нoбне доставе	Забрана за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
			Варијанта V1					Варијанта V2					Варијанта V3										
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
		ПС + П1	21,7	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	315,2	222,0	370,4	190,5	247,0	177,3	144,2	284,5	244,7	312,9	217,5	242,3	215,8
		ПС + П2	45,1	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	370,1	266,1	440,8	223,6	295,5	214,6	170,4	334,3	293,4	368,2	260,6	287,2	256,9
		ПС + Ц + П1	-29,4	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	91,1	45,5	92,1	41,5	51,6	31,2	25,8	87,4	52,6	98,9	45,8	65,0	54,0
		ПС + Ц + П2	-6,0	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	146,0	89,7	162,6	74,6	100,1	68,6	52,1	137,2	101,3	154,2	88,9	109,9	95,1
		ПС + П1 + П2	20,6	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	306,7	218,5	359,2	187,7	239,0	174,2	141,8	278,2	239,0	305,5	212,4	236,4	211,3
		ПС + Ц + П1 + П2	-30,5	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	82,6	42,0	80,9	38,8	43,5	28,1	23,4	81,2	46,9	91,5	40,7	59,1	49,6

Табела П5-13. УКЦ концепт са 3 додатне иницијативе: УКЦ + електрична возила + зоне забране кретања за ТТВ+ посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Нoбне доставе	Забрана за ГТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлечења теретних токова																				
			Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Конвенционална	Ц	ПС + Ц	3204,9	2055,5	3498,1	1761,3	2958,8	1711,6	1450,8	2738,8	1961,9	2780,4	1878,6	2084,3	1556,9	1450,8	2970,8	2299,0	2981,5	2187,3	2636,2	2297,4	2091,8
		ПС + П1	3294,6	2145,2	3587,8	1851,0	3048,5	1801,3	1540,5	3117,0	2238,0	3312,3	2114,7	2268,7	1677,4	1540,5	3275,3	2579,3	3302,2	2380,7	2846,1	2458,2	2300,9
		ПС + П2	3320,9	2171,5	3614,1	1877,3	3074,8	1827,6	1566,8	3133,8	2296,6	3388,0	2158,3	2297,3	1722,2	1566,8	3315,2	2621,3	3350,5	2418,0	2883,8	2498,8	2339,9
		ПС + Ц + П1	3176,3	2026,8	3469,4	1732,6	2930,1	1683,0	1422,2	2716,4	1894,1	2695,8	1827,5	2050,6	1508,1	1422,2	2923,6	2249,7	2925,5	2144,1	2592,5	2251,5	2046,6
		ПС + Ц + П2	3202,5	2053,1	3495,7	1758,9	2956,4	1709,2	1448,4	2733,2	1952,7	2771,4	1871,1	2079,2	1553,0	1448,4	2963,5	2291,6	2973,9	2181,4	2630,2	2292,2	2085,6
		ПС + П1 + П2	3292,3	2142,8	3585,4	1848,6	3046,1	1799,0	1538,2	3111,4	2228,9	3303,3	2107,2	2263,6	1673,4	1538,2	3267,9	2571,9	3294,6	2374,8	2840,1	2452,9	2294,7
		ПС + Ц + П1 + П2	3173,9	2024,4	3467,0	1730,2	2927,7	1680,6	1419,8	2710,8	1884,9	2686,8	1820,0	2045,5	1504,2	1419,8	2916,2	2242,3	2917,9	2138,2	2586,4	2246,3	2040,4
	П1	ПС + Ц	3204,9	2055,5	3498,1	1761,3	2958,8	1711,6	1450,8	3377,9	2496,2	3195,3	2286,8	2258,5	1665,6	1450,8	3537,2	2755,0	3575,4	2440,7	2834,1	2494,0	2492,4
		ПС + П1	3294,6	2145,2	3587,8	1851,0	3048,5	1801,3	1540,5	3506,8	2708,7	3400,6	2489,6	2406,6	1771,2	1540,5	3748,3	2951,6	3774,6	2590,3	2993,0	2622,6	2649,7
		ПС + П2	3320,9	2171,5	3614,1	1877,3	3074,8	1827,6	1566,8	3554,1	2782,2	3479,3	2553,3	2461,2	1808,5	1566,8	3822,8	3021,0	3847,9	2642,8	3049,7	2668,2	2705,6
ПС + Ц + П1		3176,3	2026,8	3469,4	1732,6	2930,1	1683,0	1422,2	3325,0	2415,0	3110,8	2215,9	2198,8	1625,1	1422,2	3456,2	2679,1	3495,8	2383,0	2771,9	2443,8	2431,0	
ПС + Ц + П2		3202,5	2053,1	3495,7	1758,9	2956,4	1709,2	1448,4	3372,3	2488,5	3189,6	2279,7	2253,5	1662,5	1448,4	3530,7	2748,6	3569,1	2435,4	2828,6	2489,4	2486,9	

Ноће доставе	Забрана за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																						
			Варијанта V1						Варијанта V2						Варијанта V3										
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}		
Електрична	П2 (све зоне)	ПС + П1 + П2	3292,3	2142,8	3585,4	1848,6	3046,1	1799,0	1538,2	3501,2	2701,0	3394,8	2482,4	2401,6	1768,1	1538,2	3741,7	2945,1	3768,4	2585,0	2987,5	2618,0	2644,2		
		ПС + Ц + П1 + П2	3173,9	2024,4	3467,0	1730,2	2927,7	1680,6	1419,8	3319,4	2407,3	3105,0	2208,8	2193,8	1622,0	1419,8	3449,6	2672,7	3489,6	2377,7	2766,4	2439,3	2425,5		
		ПС + Ц	3204,9	2055,5	3498,1	1761,3	2958,8	1711,6	1450,8	3767,7	2479,1	3447,2	2270,6	2291,0	1670,0	1450,8	3697,4	2763,7	3734,7	2476,2	2845,7	2509,9	2619,9		
		ПС + П1	3294,6	2145,2	3587,8	1851,0	3048,5	1801,3	1540,5	3928,5	2608,0	3643,9	2383,7	2429,8	1775,6	1540,5	3838,4	2901,4	3886,0	2599,7	2972,1	2626,1	2748,3		
		ПС + П2	3320,9	2171,5	3614,1	1877,3	3074,8	1827,6	1566,8	3983,4	2652,2	3714,3	2416,8	2478,4	1812,9	1566,8	3888,2	2950,1	3941,3	2642,7	3017,1	2667,3	2793,7		
		ПС + Ц + П1	3176,3	2026,8	3469,4	1732,6	2930,1	1683,0	1422,2	3704,4	2431,5	3365,6	2234,7	2234,4	1629,5	1422,2	3641,3	2709,3	3672,0	2428,0	2794,9	2464,4	2569,0		
		ПС + Ц + П2	3202,5	2053,1	3495,7	1758,9	2956,4	1709,2	1448,4	3759,3	2475,7	3436,0	2267,9	2282,9	1666,9	1448,4	3691,1	2757,9	3727,3	2471,1	2839,8	2505,5	2614,4		
		ПС + П1 + П2	3292,3	2142,8	3585,4	1848,6	3046,1	1799,0	1538,2	3920,0	2604,5	3632,7	2380,9	2421,8	1772,5	1538,2	3832,1	2895,6	3878,6	2594,5	2966,3	2621,7	2742,8		
		ПС + Ц + П1 + П2	3173,9	2024,4	3467,0	1730,2	2927,7	1680,6	1419,8	3695,9	2428,0	3354,4	2232,0	2226,4	1626,4	1419,8	3635,1	2703,5	3664,6	2422,9	2789,0	2459,9	2563,5		
		Електрична	Ц	ПС + Ц	3166,1	2023,1	3447,8	1726,2	2913,7	1669,1	1407,8	2711,3	1935,1	2738,3	1848,8	2047,2	1515,4	1407,8	2944,1	2275,1	2946,7	2160,2	2601,9	2262,3	2059,0
ПС + П1	3255,8			2112,8	3537,5	1815,9	3003,4	1758,8	1497,5	3089,5	2211,3	3270,2	2084,8	2231,7	1635,9	1497,5	3248,6	2555,4	3267,4	2353,7	2811,8	2423,1	2268,2		
ПС + П2	3282,1			2139,1	3563,8	1842,2	3029,7	1785,1	1523,8	3106,3	2269,9	3345,9	2128,5	2260,3	1680,8	1523,8	3288,5	2597,4	3315,7	2390,9	2849,5	2463,7	2307,2		
ПС + Ц + П1	3137,4			1994,4	3419,1	1697,5	2885,0	1640,4	1379,1	2688,9	1867,4	2653,7	1797,7	2013,5	1466,6	1379,1	2896,8	2225,8	2890,7	2117,1	2558,1	2216,4	2013,9		
ПС + Ц + П2	3163,7			2020,7	3445,4	1723,8	2911,3	1666,7	1405,4	2705,7	1926,0	2729,3	1841,3	2042,1	1511,5	1405,4	2936,7	2267,7	2939,1	2154,4	2595,8	2257,1	2052,8		
ПС + П1 + П2	3253,4			2110,4	3535,1	1813,5	3001,0	1756,4	1495,1	3083,9	2202,1	3261,2	2077,3	2226,6	1632,0	1495,1	3241,2	2548,0	3259,8	2347,8	2805,8	2417,8	2262,0		
ПС + Ц + П1 + П2	3135,1			1992,0	3416,8	1695,1	2882,6	1638,0	1376,7	2683,3	1858,2	2644,6	1790,1	2008,4	1462,7	1376,7	2889,4	2218,4	2883,1	2111,2	2552,1	2211,2	2007,7		
Електрична	П1			ПС + Ц	3166,1	2023,1	3447,8	1726,2	2913,7	1669,1	1407,8	3342,7	2462,6	3149,1	2250,9	2214,5	1622,8	1407,8	3502,2	2723,6	3529,7	2408,4	2791,9	2453,9	2451,4
				ПС + П1	3255,8	2112,8	3537,5	1815,9	3003,4	1758,8	1497,5	3471,6	2675,2	3354,4	2453,6	2362,7	1728,4	1497,5	3713,3	2920,2	3728,9	2558,0	2950,8	2582,4	2608,7
				ПС + П2	3282,1	2139,1	3563,8	1842,2	3029,7	1785,1	1523,8	3518,9	2748,6	3433,1	2517,4	2417,3	1765,8	1523,8	3787,8	2989,6	3802,3	2610,4	3007,5	2628,1	2664,6
		ПС + Ц + П1	3137,4	1994,4	3419,1	1697,5	2885,0	1640,4	1379,1	3289,8	2381,4	3064,6	2180,0	2154,9	1582,4	1379,1	3421,2	2647,7	3450,2	2350,6	2729,7	2403,7	2390,0		
		ПС + Ц + П2	3163,7	2020,7	3445,4	1723,8	2911,3	1666,7	1405,4	3337,0	2454,9	3143,3	2243,7	2209,5	1619,8	1405,4	3495,7	2717,2	3523,5	2403,1	2786,4	2449,3	2445,9		
		ПС + П1 + П2	3253,4	2110,4	3535,1	1813,5	3001,0	1756,4	1495,1	3466,0	2667,5	3348,6	2446,5	2357,7	1725,4	1495,1	3706,7	2913,7	3722,7	2552,7	2945,3	2577,9	2603,2		
		ПС + Ц + П1 + П2	3135,1	1992,0	3416,8	1695,1	2882,6	1638,0	1376,7	3284,1	2373,7	3058,8	2172,8	2149,9	1579,3	1376,7	3414,6	2641,3	3443,9	2345,3	2724,2	2399,1	2384,5		
		Електрична	П2 (све зоне)	ПС + Ц	3166,1	2023,1	3447,8	1726,2	2913,7	1669,1	1407,8	3729,7	2447,8	3397,6	2236,0	2244,3	1627,2	1407,8	3659,5	2732,5	3686,4	2442,3	2800,8	2468,5	2576,3
				ПС + П1	3255,8	2112,8	3537,5	1815,9	3003,4	1758,8	1497,5	3890,5	2576,6	3594,3	2349,1	2383,1	1732,8	1497,5	3800,6	2870,1	3837,7	2565,8	2927,3	2584,8	2704,7

Ноћне доставе Забрана за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
	ПС + П2	3282,1	2139,1	3563,8	1842,2	3029,7	1785,1	1523,8	3945,4	2620,8	3664,7	2382,2	2431,6	1770,2	1523,8	3850,4	2918,8	3893,0	2608,9	2972,2	2625,9	2750,1
	ПС + Ц + П1	3137,4	1994,4	3419,1	1697,5	2885,0	1640,4	1379,1	3666,4	2400,1	3316,0	2200,1	2187,7	1586,8	1379,1	3603,5	2678,0	3623,8	2394,1	2750,0	2423,0	2525,4
	ПС + Ц + П2	3163,7	2020,7	3445,4	1723,8	2911,3	1666,7	1405,4	3721,3	2444,3	3386,4	2233,2	2236,2	1624,2	1405,4	3653,3	2726,7	3679,1	2437,2	2794,9	2464,1	2570,8
	ПС + П1 + П2	3253,4	2110,4	3535,1	1813,5	3001,0	1756,4	1495,1	3882,0	2573,1	3583,0	2346,3	2375,1	1729,7	1495,1	3794,3	2864,4	3830,3	2560,7	2921,4	2580,4	2699,2
	ПС + Ц + П1 + П2	3135,1	1992,0	3416,8	1695,1	2882,6	1638,0	1376,7	3657,9	2396,7	3304,8	2197,4	2179,6	1583,7	1376,7	3597,2	2672,3	3616,4	2389,0	2744,1	2418,6	2519,9

Табела П5-14. УКЦ концепт са 3 додатне иницијативе: УКЦ + електрична возила + ноћне доставе + посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Врста ЛДВ	Ноћне доставе	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
			Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Конвенционална	Ф2	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	1663,8	821,1	1483,8	756,1	1394,9	496,8	439,8	1930,9	1415,4	1836,6	1394,3	1837,5	1383,7	1091,9
		ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	1780,0	804,7	1904,3	804,3	1592,7	585,7	529,5	2020,9	1489,5	1979,8	1496,3	1971,4	1483,1	1198,4
		ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	1797,4	875,5	1980,1	851,5	1621,3	630,8	555,8	2063,3	1534,5	2029,7	1535,0	2010,0	1524,8	1238,8
		ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	1640,8	739,0	1399,0	700,9	1361,2	447,7	411,1	1880,8	1362,5	1778,9	1349,6	1792,7	1336,6	1045,1
		ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	1658,1	809,8	1474,8	748,0	1389,8	492,9	437,4	1923,2	1407,6	1828,8	1388,2	1831,3	1378,3	1085,5
		ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	1774,4	793,4	1895,3	796,2	1587,6	581,7	527,1	2013,2	1481,6	1972,0	1490,2	1965,2	1477,7	1192,0
		ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	1635,1	727,6	1390,0	692,8	1356,1	443,8	408,7	1873,0	1354,7	1771,1	1343,5	1786,6	1331,2	1038,7
	Ф1	ПС + Ц	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	240,5	451,2	1055,3	551,4	903,7	991,9	1065,5	463,9	406,7	685,9	566,2	762,0	785,6	649,8
		ПС + П1	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	356,7	434,8	1475,9	599,6	1101,5	1080,8	1155,2	553,9	480,8	829,1	668,2	896,0	885,1	756,3
		ПС + П2	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	374,1	505,6	1551,6	646,7	1130,1	1125,9	1181,5	596,3	525,8	879,0	706,9	934,6	926,8	796,7
		ПС + Ц + П1	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	217,5	369,1	970,5	496,2	870,0	942,8	1036,8	413,7	353,8	628,2	521,5	717,3	738,6	603,0
		ПС + Ц + П2	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	234,9	439,9	1046,3	543,3	898,6	987,9	1063,1	456,1	398,9	678,1	560,1	755,9	780,2	643,4
	ПС + П1 + П2	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	351,1	423,5	1466,8	591,5	1096,4	1076,8	1152,8	546,1	472,9	821,3	662,1	889,8	879,7	749,9	

Врста ЈДВ	Нoиhе доставе	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлечења теретних токова																				
			Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
Φ1+Φ2	ПС + Ц + П1 + П2	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	211,9	357,7	961,5	488,1	864,9	938,9	1034,4	406,0	346,0	620,4	515,4	711,1	733,2	596,6	
	ПС + Ц	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	28,4	74,7	129,9	49,5	80,8	71,6	54,4	74,7	60,0	95,2	62,6	87,9	79,6	61,6	
	ПС + П1	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	144,6	58,3	550,4	97,7	278,7	160,5	144,2	164,7	134,1	238,4	164,6	221,8	179,1	168,1	
	ПС + П2	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	162,0	129,1	626,2	144,9	307,2	205,6	170,4	207,1	179,1	288,3	203,2	260,4	220,8	208,5	
	ПС + Ц + П1	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	5,4	-7,5	45,1	-5,7	47,1	22,6	25,8	24,5	7,1	37,5	17,8	43,2	32,6	14,8	
	ПС + Ц + П2	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	22,8	63,3	120,9	41,5	75,7	67,7	52,1	66,9	52,2	87,4	56,5	81,7	74,2	55,3	
	ПС + П1 + П2	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	139,0	46,9	541,4	89,6	273,5	156,6	141,8	156,9	126,2	230,6	158,5	215,7	173,7	161,8	
	ПС + Ц + П1 + П2	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	-0,2	-18,8	36,1	-13,8	42,0	18,6	23,4	16,8	-0,7	29,7	11,7	37,0	27,2	8,5	
Електрична	Φ2	ПС + Ц	2209,4	1238,5	2210,4	867,3	1809,1	636,2	359,0	1649,0	796,1	1422,1	724,7	1325,8	422,3	359,0	1905,6	1391,4	1793,8	1357,3	1787,5	1329,0	1048,0
		ПС + П1	2299,1	1328,2	2300,1	957,0	1898,8	725,9	448,7	1765,2	779,7	1842,6	772,9	1523,6	511,2	448,7	1995,6	1465,5	1937,0	1459,3	1921,4	1428,5	1154,5
		ПС + П2	2325,4	1354,5	2326,4	983,2	1925,1	752,2	475,0	1782,6	850,5	1918,4	820,0	1552,2	556,3	475,0	2038,0	1510,5	1986,9	1498,0	1960,0	1470,2	1194,9
		ПС + Ц + П1	2180,7	1209,8	2181,7	838,6	1780,4	607,6	330,4	1626,0	714,0	1337,3	669,4	1292,1	373,3	330,4	1855,4	1338,5	1736,2	1312,6	1742,7	1282,0	1001,2
		ПС + Ц + П2	2207,0	1236,1	2208,0	864,9	1806,7	633,9	356,7	1643,4	784,8	1413,1	716,6	1320,7	418,4	356,7	1897,8	1383,6	1786,0	1351,3	1781,3	1323,6	1041,6
		ПС + П1 + П2	2296,7	1325,8	2297,7	954,6	1896,4	723,6	446,4	1759,6	768,4	1833,6	764,8	1518,5	507,3	446,4	1987,8	1457,6	1929,2	1453,2	1915,3	1423,1	1148,1
		ПС + Ц + П1 + П2	2178,4	1207,5	2179,3	836,2	1778,0	605,2	328,0	1620,3	702,7	1328,3	661,4	1287,0	369,3	328,0	1847,7	1330,7	1728,3	1306,5	1736,6	1276,6	994,8
	Φ1	ПС + Ц	987,9	785,7	1266,3	849,7	1122,4	1013,6	1022,4	231,9	436,2	1018,3	531,7	868,0	952,5	1022,4	448,4	392,7	661,6	545,4	734,1	755,9	625,3
		ПС + П1	1077,6	875,4	1356,0	939,4	1212,1	1103,3	1112,1	348,1	419,8	1438,8	579,9	1065,8	1041,4	1112,1	538,4	466,7	804,8	647,4	868,0	855,4	731,8
		ПС + П2	1103,9	901,7	1382,3	965,7	1238,4	1129,6	1138,4	365,5	490,6	1514,6	627,1	1094,4	1086,5	1138,4	580,8	511,8	854,7	686,0	906,6	897,0	772,2
		ПС + Ц + П1	959,2	757,0	1237,6	821,1	1093,7	984,9	993,8	208,9	354,0	933,5	476,5	834,3	903,4	993,8	398,3	339,8	603,9	500,7	689,3	708,8	578,5
		ПС + Ц + П2	985,5	783,3	1263,9	847,3	1120,0	1011,2	1020,1	226,3	424,9	1009,3	523,6	862,9	948,5	1020,1	440,7	384,8	653,8	539,3	727,9	750,5	619,0
		ПС + П1 + П2	1075,2	873,0	1353,6	937,1	1209,7	1100,9	1109,8	342,5	408,4	1429,8	571,8	1060,7	1037,4	1109,8	530,7	458,8	797,0	641,3	861,8	850,0	725,5
		ПС + Ц + П1 + П2	956,8	754,6	1235,2	818,7	1091,3	982,5	991,4	203,3	342,7	924,5	468,4	829,2	899,5	991,4	390,5	331,9	596,1	494,6	683,2	703,4	572,2
	Φ1+Φ2	ПС + Ц	31,2	1,1	28,9	-9,2	17,8	-19,3	-26,3	13,6	49,7	68,2	18,1	11,7	-2,9	-26,3	49,3	36,0	52,4	25,6	37,9	25,0	17,7
		ПС + П1	120,9	90,9	118,6	80,5	107,5	70,4	63,4	129,9	33,3	488,7	66,3	209,5	86,0	63,4	139,4	110,1	195,6	127,6	171,8	124,5	124,2
		ПС + П2	147,2	117,1	144,9	106,8	133,8	96,7	89,7	147,2	104,1	564,5	113,4	238,1	131,1	89,7	181,7	155,1	245,5	166,2	210,4	166,1	164,6

Врста ЈДВ	Ноћне доставе	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
			Варијанта V1					Варијанта V2					Варијанта V3										
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
		ПС + Ц + П1	2,5	-27,5	0,2	-37,9	-10,9	-48,0	-55,0	-9,4	-32,4	-16,6	-37,1	-22,0	-51,9	-55,0	-0,8	-16,9	-5,3	-19,2	-6,8	-22,1	-29,1
		ПС + Ц + П2	28,8	-1,2	26,5	-11,6	15,4	-21,7	-28,7	8,0	38,4	59,1	10,0	6,6	-6,8	-28,7	41,6	28,2	44,6	19,5	31,7	19,6	11,3
		ПС + П1 + П2	118,5	88,5	116,2	78,1	105,1	68,0	61,0	124,2	22,0	479,7	58,2	204,4	82,1	61,0	131,6	102,2	187,8	121,5	165,7	119,1	117,9
		ПС + Ц + П1 + П2	0,1	-29,9	-2,2	-40,2	-13,3	-50,3	-57,4	-15,0	-43,8	-25,6	-45,2	-27,1	-55,9	-57,4	-8,6	-24,8	-13,1	-25,2	-13,0	-27,5	-35,4

Табела П5-15. УКЦ концепт са 3 додатне иницијативе: УКЦ + електрична возила + ноћне доставе + зоне забране кретања за ТТВ (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Врста ЈДВ	Ноћне доставе	Зоне забране кретања за ТТВ	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
			Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
Конвенционална	Φ2	Ц	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	2544,3	1620,8	2338,3	1403,9	1465,2	745,7	558,2	2647,5	2029,4	2500,5	1764,1	2062,8	1660,4	1552,3
		Π1	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	2819,6	1960,6	2374,2	1663,3	1443,5	804,9	558,2	2952,3	2261,2	2745,3	1865,7	2039,3	1718,5	1726,1
		Π2 (све зоне)	2398,8	1418,4	2421,1	1051,0	2011,3	834,9	558,2	3065,4	1921,6	2500,8	1603,3	1362,9	809,1	558,2	2979,5	2217,9	2784,2	1843,0	1949,8	1693,6	1761,7
	Φ1	Ц	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	1079,0	1115,7	1820,3	1118,7	1135,3	1225,1	1183,9	1125,9	1006,5	1351,5	969,4	1175,4	1137,6	1126,4
		Π1	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	1068,9	1248,4	1566,3	1280,4	1341,3	1224,1	1183,9	1324,6	1163,6	1556,3	1089,0	1360,3	1234,8	1318,1
		Π2 (све зоне)	1145,1	936,5	1434,9	1003,2	1285,9	1174,5	1183,9	1304,9	1003,6	1676,7	1042,6	1427,1	1224,6	1183,9	1255,5	1037,1	1540,0	1070,5	1366,2	1239,4	1328,8
	Φ1+Φ2	Ц	220,6	181,0	239,5	174,6	220,0	179,4	172,8	484,0	430,8	761,6	356,8	298,0	244,7	172,8	450,8	407,3	493,9	309,6	348,4	293,9	332,7
		Π1	220,6	181,0	239,5	174,6	220,0	179,4	172,8	328,8	419,1	455,3	383,2	318,6	217,4	172,8	447,6	397,3	447,5	306,6	344,4	280,5	333,1
		Π2 (све зоне)	220,6	181,0	239,5	174,6	220,0	179,4	172,8	378,5	269,6	452,0	226,3	303,6	217,7	172,8	340,6	299,2	375,5	265,7	293,0	261,3	291,3
Електрична	Φ2	Ц	2327,8	1356,9	2328,8	985,6	1927,4	754,6	477,4	2486,0	1578,6	2268,9	1356,3	1391,3	668,9	477,4	2603,7	1989,8	2440,8	1716,8	2001,3	1597,1	1494,4
		Π1	2327,8	1356,9	2328,8	985,6	1927,4	754,6	477,4	2741,4	1903,3	2291,0	1603,1	1359,9	725,3	477,4	2894,2	2206,3	2664,6	1808,0	1963,6	1645,0	1652,1
		Π2 (све зоне)	2327,8	1356,9	2328,8	985,6	1927,4	754,6	477,4	2998,9	1862,4	2416,0	1538,8	1278,9	729,4	477,4	2912,1	2160,0	2698,1	1781,0	1868,3	1616,9	1681,7
	Φ1	Ц	1106,3	904,1	1384,7	968,1	1240,8	1132,0	1140,8	1051,6	1089,0	1778,2	1088,9	1098,3	1183,7	1140,8	1099,1	982,6	1316,7	942,4	1141,1	1102,5	1093,7
		Π1	1106,3	904,1	1384,7	968,1	1240,8	1132,0	1140,8	1033,7	1214,8	1520,0	1244,4	1297,4	1181,4	1140,8	1289,6	1132,2	1510,7	1056,7	1318,1	1194,7	1277,1
		Π2 (све зоне)	1106,3	904,1	1384,7	968,1	1240,8	1132,0	1140,8	1266,9	972,3	1627,1	1008,0	1380,4	1181,9	1140,8	1217,7	1005,8	1491,8	1036,7	1321,3	1198,0	1285,2

Врста ЈДВ	Ноћне доставе	Зоне забране кретања за ТТВ	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
			Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
			A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
Ф1+Ф2	Ц	149,6	119,5	147,2	109,2	136,2	99,1	92,1	425,7	388,6	692,2	309,2	224,1	167,9	92,1	407,0	367,7	434,2	262,4	286,9	230,6	274,7	
	П1	149,6	119,5	147,2	109,2	136,2	99,1	92,1	250,6	361,8	372,1	323,0	235,0	137,8	92,1	389,5	342,4	366,8	249,0	268,7	207,0	259,1	
	П2 (све зоне)	149,6	119,5	147,2	109,2	136,2	99,1	92,1	312,0	210,4	367,2	161,8	219,6	138,0	92,1	273,1	241,2	289,4	203,7	211,5	184,6	211,3	

Табела П5-16. УКЦ концепт са 4 додатне иницијативе: УКЦ + електрична возила + ноћне доставе + зоне забране кретања за ТТВ + посебне површине за заустављање доставних возила (вредности изражене у 1.000 €/год.)

Врста ЈДВ	Ноћне доставе	Забрана за ТТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
				Варијанта V1					Варијанта V2					Варијанта V3										
				A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
Конвенционална	Ф2	Ц	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	2143,7	1276,9	1721,7	1116,7	1247,0	576,4	439,8	2295,7	1699,8	2123,9	1527,5	1809,2	1453,7	1298,0
			ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	2521,9	1553,0	2253,6	1352,8	1431,5	696,9	529,5	2600,2	1980,1	2444,6	1720,9	2019,1	1614,5	1507,2
			ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	2538,7	1611,7	2329,3	1396,4	1460,1	741,8	555,8	2640,1	2022,0	2492,9	1758,2	2056,8	1655,1	1546,1
			ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	2121,3	1209,1	1637,1	1065,6	1213,3	527,6	411,1	2248,4	1650,4	2067,9	1484,3	1765,4	1407,8	1252,8
			ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	2138,1	1267,8	1712,7	1109,2	1241,9	572,5	437,4	2288,3	1692,4	2116,3	1521,6	1803,1	1448,5	1291,8
			ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	2516,3	1543,9	2244,6	1345,2	1426,4	693,0	527,1	2592,8	1972,7	2437,0	1715,0	2013,0	1609,2	1501,0
			ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	2115,7	1200,0	1628,1	1058,1	1208,2	523,7	408,7	2241,1	1643,0	2060,3	1478,4	1759,3	1402,6	1246,7
	П1	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	2637,8	1666,8	2084,4	1389,7	1235,8	658,9	439,8	2660,2	1988,7	2466,6	1658,3	1818,2	1539,7	1507,4	
		ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	2766,7	1879,4	2289,7	1592,4	1383,9	764,5	529,5	2871,3	2185,3	2665,8	1807,9	1977,0	1668,3	1664,7	
		ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	2814,0	1952,9	2368,4	1656,2	1438,5	801,8	555,8	2945,8	2254,7	2739,1	1860,4	2033,8	1714,0	1720,6	
		ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	2584,9	1585,7	1999,9	1318,7	1176,1	618,4	411,1	2579,2	1912,8	2387,0	1600,6	1755,9	1489,6	1446,0	
		ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	2632,2	1659,1	2078,6	1382,5	1230,8	655,8	437,4	2653,7	1982,2	2460,3	1653,0	1812,7	1535,2	1501,9	
		ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	2761,1	1871,7	2283,9	1585,2	1378,9	761,4	527,1	2864,7	2178,8	2659,5	1802,6	1971,5	1663,8	1659,2	
		ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	2579,3	1578,0	1994,1	1311,6	1171,1	615,3	408,7	2572,6	1906,3	2380,8	1595,3	1750,4	1485,0	1440,5	
	П2 (све)	ПС + Ц	2280,4	1300,0	2302,7	932,7	1892,9	716,5	439,8	2841,3	1745,1	2222,6	1454,4	1167,5	663,1	439,8	2782,4	2025,8	2570,2	1671,3	1772,5	1531,8	1582,4	
		ПС + П1	2370,1	1389,7	2392,4	1022,4	1982,6	806,3	529,5	3002,1	1873,9	2419,2	1567,4	1306,3	768,7	529,5	2923,4	2163,5	2721,5	1794,8	1899,0	1648,0	1710,8	

Врста ЈДВ	Нове доставе	Забрана за ГТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
				Варијанта V1						Варијанта V2						Варијанта V3								
				A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
			ПС + П2	2396,4	1416,0	2418,7	1048,7	2008,9	832,5	555,8	3057,0	1918,1	2489,6	1600,6	1354,8	806,1	555,8	2973,2	2212,2	2776,8	1837,9	1943,9	1689,2	1756,2
			ПС + Ц + П1	2251,8	1271,3	2274,0	904,0	1864,3	687,9	411,1	2778,0	1697,5	2140,9	1418,5	1110,9	622,6	411,1	2726,3	1971,4	2507,5	1623,1	1721,8	1486,3	1531,5
			ПС + Ц + П2	2278,0	1297,6	2300,3	930,3	1890,5	714,2	437,4	2832,9	1741,7	2211,3	1451,6	1159,4	660,0	437,4	2776,1	2020,1	2562,8	1666,2	1766,7	1527,4	1576,9
			ПС + П1 + П2	2367,8	1387,3	2390,0	1020,0	1980,2	803,9	527,1	2993,6	1870,5	2408,0	1564,7	1298,3	765,6	527,1	2917,2	2157,7	2714,1	1789,7	1893,2	1643,6	1705,3
			ПС + Ц + П1 + П2	2249,4	1269,0	2271,6	901,6	1861,9	685,5	408,7	2769,5	1694,0	2129,7	1415,8	1102,8	619,6	408,7	2720,1	1965,6	2500,2	1618,0	1715,9	1481,9	1526,0
Ц			ПС + Ц	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	678,4	771,8	1203,7	831,6	917,1	1055,8	1065,5	774,1	676,9	974,9	732,8	921,7	930,9	872,1
			ПС + П1	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	1056,7	1048,0	1735,6	1067,6	1101,6	1176,3	1155,2	1078,6	957,2	1295,6	926,2	1131,7	1091,7	1081,3
			ПС + П2	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	1073,4	1106,6	1811,3	1111,2	1130,2	1221,2	1181,5	1118,5	999,1	1343,9	963,5	1169,4	1132,3	1120,3
			ПС + Ц + П1	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	656,1	704,1	1119,1	780,4	883,4	1007,0	1036,8	726,9	627,5	918,9	689,6	878,0	885,0	826,9
			ПС + Ц + П2	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	672,8	762,7	1194,7	824,1	912,0	1051,9	1063,1	766,8	669,5	967,3	726,9	915,7	925,7	865,9
			ПС + П1 + П2	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	1051,0	1038,8	1726,6	1060,1	1096,5	1172,4	1152,8	1071,3	949,8	1288,0	920,4	1125,6	1086,4	1075,1
			ПС + Ц + П1 + П2	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	650,4	694,9	1110,1	772,9	878,3	1003,1	1034,4	719,5	620,1	911,3	683,8	871,9	879,8	820,8
Φ1	Π1		ПС + Ц	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	887,1	954,6	1276,5	1006,7	1133,5	1078,1	1065,5	1032,5	891,1	1277,5	881,7	1139,2	1056,0	1099,4
			ПС + П1	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	1016,0	1167,2	1481,7	1209,5	1281,7	1183,7	1155,2	1243,6	1087,7	1476,8	1031,3	1298,1	1184,6	1256,7
			ПС + П2	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	1063,3	1240,7	1560,5	1273,2	1336,3	1221,0	1181,5	1318,1	1157,2	1550,1	1083,7	1354,8	1230,2	1312,6
			ПС + Ц + П1	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	834,2	873,5	1192,0	935,8	1073,9	1037,6	1036,8	951,4	815,2	1198,0	823,9	1077,0	1005,8	1038,0
			ПС + Ц + П2	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	881,4	946,9	1270,7	999,6	1128,5	1075,0	1063,1	1025,9	884,7	1271,3	876,4	1133,7	1051,5	1093,9
			ПС + П1 + П2	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	1010,4	1159,5	1476,0	1202,3	1276,7	1180,6	1152,8	1237,0	1081,3	1470,5	1026,0	1292,6	1180,0	1251,2
			ПС + Ц + П1 + П2	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	828,5	865,8	1186,2	928,7	1068,9	1034,5	1034,4	944,9	808,8	1191,7	818,7	1071,5	1001,3	1032,5
Π2 (све зоне)			ПС + Ц	1026,7	818,1	1316,5	884,9	1167,5	1056,1	1065,5	1080,8	827,2	1398,5	893,6	1231,7	1078,5	1065,5	1058,5	845,0	1326,0	898,9	1188,9	1077,6	1149,5
			ПС + П1	1116,4	907,8	1406,3	974,6	1257,2	1145,8	1155,2	1241,5	956,0	1595,1	1006,7	1370,5	1184,1	1155,2	1199,5	982,6	1477,3	1022,3	1315,4	1193,8	1278,0
			ПС + П2	1142,7	934,1	1432,5	1000,9	1283,5	1172,1	1181,5	1296,4	1000,2	1665,5	1039,8	1419,1	1221,5	1181,5	1249,3	1031,3	1532,6	1065,4	1360,3	1235,0	1323,3
			ПС + Ц + П1	998,0	789,4	1287,9	856,2	1138,9	1027,4	1036,8	1017,4	779,5	1316,8	857,7	1175,1	1038,1	1036,8	1002,4	790,5	1263,4	850,7	1138,1	1032,1	1098,7
			ПС + Ц + П2	1024,3	815,7	1314,2	882,5	1165,2	1053,7	1063,1	1072,3	823,7	1387,3	890,9	1223,6	1075,5	1063,1	1052,2	839,2	1318,7	893,7	1183,0	1073,2	1144,0
			ПС + П1 + П2	1114,0	905,4	1403,9	972,2	1254,9	1143,4	1152,8	1233,1	952,5	1583,9	1003,9	1362,5	1181,1	1152,8	1193,2	976,9	1469,9	1017,2	1309,5	1189,4	1272,4
			ПС + Ц + П1 + П2	995,6	787,0	1285,5	853,8	1136,5	1025,0	1034,4	1009,0	776,0	1305,6	855,0	1167,0	1035,0	1034,4	996,1	784,8	1256,0	845,5	1132,2	1027,7	1093,2
Φ1+	Ц		ПС + Ц	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	83,4	86,9	145,1	69,7	79,8	75,4	54,4	99,0	77,6	117,3	73,0	94,7	87,2	78,3

Врста ЈДВ	Нобне доставе	Забрана за ГТВ	Посебне површине за заустанување доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлекувања теретних токова																				
				Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
				A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
Електрична Ф2	Ц	П	ПС + П1	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	461,6	363,0	677,0	305,7	264,3	195,9	144,2	403,5	357,9	438,0	266,4	304,6	248,0	287,5
			ПС + П2	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	478,4	421,7	752,6	349,3	292,9	240,7	170,4	443,4	399,9	486,3	303,7	342,3	288,6	326,5
			ПС + Ц + П1	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	61,0	19,1	60,4	18,5	46,1	26,6	25,8	51,8	28,3	61,4	29,9	50,9	41,3	33,2
			ПС + Ц + П2	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	77,8	77,8	136,1	62,2	74,7	71,5	52,1	91,7	70,2	109,7	67,2	88,6	82,0	72,2
			ПС + П1 + П2	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	456,0	353,9	667,9	298,2	259,2	191,9	141,8	396,1	350,5	430,4	260,6	298,6	242,7	281,3
			ПС + Ц + П1 + П2	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	55,4	10,0	51,4	11,0	41,0	22,7	23,4	44,4	20,8	53,7	24,0	44,9	36,1	27,0
	П2 (све зоне)	П2	ПС + Ц	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	146,9	125,3	165,5	109,5	110,8	71,4	54,4	155,5	124,8	168,7	99,3	123,3	101,8	114,4
			ПС + П1	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	275,9	337,9	370,8	312,3	259,0	177,0	144,2	366,5	321,4	367,9	248,9	282,1	230,3	271,7
			ПС + П2	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	323,2	411,4	449,5	376,0	313,6	214,3	170,4	441,1	390,8	441,2	301,3	338,9	276,0	327,6
			ПС + Ц + П1	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	94,0	44,2	81,0	38,6	51,2	30,9	25,8	74,4	48,9	89,1	41,6	61,1	51,6	53,0
			ПС + Ц + П2	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	141,3	117,6	159,7	102,4	105,8	68,3	52,1	148,9	118,4	162,5	94,0	117,8	97,2	108,9
			ПС + П1 + П2	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	270,3	330,2	365,0	305,1	254,0	173,9	141,8	360,0	314,9	361,7	243,6	276,6	225,8	266,2
	ПС + Ц + П1 + П2	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	88,4	36,5	75,2	31,5	46,2	27,8	23,4	67,9	42,5	82,9	36,3	55,5	47,0	47,5		
	Ц	П	ПС + Ц	102,2	62,7	121,2	56,2	101,7	61,0	54,4	154,4	93,1	173,8	77,4	108,2	71,7	54,4	143,5	107,1	161,6	94,0	115,8	99,5	112,0
			ПС + П1	191,9	152,4	210,9	145,9	191,4	150,7	144,2	315,2	222,0	370,4	190,5	247,0	177,3	144,2	284,5	244,7	312,9	217,5	242,3	215,8	240,5
			ПС + П2	218,2	178,6	237,1	172,2	217,7	177,0	170,4	370,1	266,1	440,8	223,6	295,5	214,6	170,4	334,3	293,4	368,2	260,6	287,2	256,9	285,8
			ПС + Ц + П1	73,5	34,0	92,5	27,6	73,0	32,3	25,8	91,1	45,5	92,1	41,5	51,6	31,2	25,8	87,4	52,6	98,9	45,8	65,0	54,0	61,2
			ПС + Ц + П2	99,8	60,3	118,8	53,9	99,3	58,6	52,1	146,0	89,7	162,6	74,6	100,1	68,6	52,1	137,2	101,3	154,2	88,9	109,9	95,1	106,5
			ПС + П1 + П2	189,5	150,0	208,5	143,6	189,0	148,3	141,8	306,7	218,5	359,2	187,7	239,0	174,2	141,8	278,2	239,0	305,5	212,4	236,4	211,3	234,9
	ПС + Ц + П1 + П2	71,1	31,6	90,1	25,2	70,6	30,0	23,4	82,6	42,0	80,9	38,8	43,5	28,1	23,4	81,2	46,9	91,5	40,7	59,1	49,6	55,6		
	Ц	П	ПС + Ц	2209,4	1238,5	2210,4	867,3	1809,1	636,2	359,0	2085,4	1234,7	1652,3	1069,1	1173,1	499,6	359,0	2251,9	1660,2	2064,1	1480,3	1747,7	1390,5	1240,1
			ПС + П1	2299,1	1328,2	2300,1	957,0	1898,8	725,9	448,7	2463,6	1510,8	2184,2	1305,2	1357,6	620,1	448,7	2556,4	1940,4	2384,9	1673,7	1957,6	1551,2	1449,2
			ПС + П2	2325,4	1354,5	2326,4	983,2	1925,1	752,2	475,0	2480,4	1569,4	2259,9	1348,8	1386,2	665,0	475,0	2596,3	1982,4	2433,2	1711,0	1995,3	1591,9	1488,2
			ПС + Ц + П1	2180,7	1209,8	2181,7	838,6	1780,4	607,6	330,4	2063,0	1166,9	1567,7	1018,0	1139,4	450,8	330,4	2204,6	1610,8	2008,2	1437,1	1703,9	1344,6	1194,9
			ПС + Ц + П2	2207,0	1236,1	2208,0	864,9	1806,7	633,9	356,7	2079,8	1225,5	1643,3	1061,6	1168,0	495,7	356,7	2244,5	1652,8	2056,5	1474,4	1741,6	1385,2	1233,9
			ПС + П1 + П2	2296,7	1325,8	2297,7	954,6	1896,4	723,6	446,4	2458,0	1501,7	2175,2	1297,7	1352,5	616,2	446,4	2549,0	1933,0	2377,3	1667,8	1951,5	1546,0	1443,0
	ПС + Ц + П1 + П2	2178,4	1207,5	2179,3	836,2	1778,0	605,2	328,0	2057,4	1157,8	1558,6	1010,5	1134,3	446,9	328,0	2197,2	1603,4	2000,6	1431,2	1697,9	1339,3	1188,7		

Врста ЈДВ	Нове доставе	Забрана за ГТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
				Варијанта V1								Варијанта V2						Варијанта V3						
				A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}
П	П	ПС + Ц	2209,4	1238,5	2210,4	867,3	1809,1	636,2	359,0	2559,6	1609,5	2001,2	1329,4	1152,1	579,2	359,0	2602,1	1933,8	2385,9	1600,7	1742,5	1466,2	1433,4	
		ПС + П1	2299,1	1328,2	2300,1	957,0	1898,8	725,9	448,7	2688,5	1822,1	2206,5	1532,2	1300,3	684,8	448,7	2813,2	2130,4	2585,1	1750,3	1901,3	1594,8	1590,8	
		ПС + П2	2325,4	1354,5	2326,4	983,2	1925,1	752,2	475,0	2735,8	1895,6	2285,2	1595,9	1354,9	722,2	475,0	2887,7	2199,8	2658,4	1802,7	1958,1	1640,4	1646,6	
		ПС + Ц + П1	2180,7	1209,8	2181,7	838,6	1780,4	607,6	330,4	2506,7	1528,4	1916,7	1258,5	1092,5	538,8	330,4	2521,0	1857,9	2306,3	1542,9	1680,2	1416,0	1372,1	
		ПС + Ц + П2	2207,0	1236,1	2208,0	864,9	1806,7	633,9	356,7	2554,0	1601,8	1995,4	1322,3	1147,1	576,1	356,7	2595,6	1927,3	2379,6	1595,4	1737,0	1461,7	1427,9	
		ПС + П1 + П2	2296,7	1325,8	2297,7	954,6	1896,4	723,6	446,4	2682,9	1814,4	2200,7	1525,0	1295,3	681,7	446,4	2806,6	2123,9	2578,8	1745,0	1895,8	1590,3	1585,3	
		ПС + Ц + П1 + П2	2178,4	1207,5	2179,3	836,2	1778,0	605,2	328,0	2501,1	1520,7	1910,9	1251,4	1087,5	535,7	328,0	2514,5	1851,4	2300,1	1537,6	1674,7	1411,5	1366,6	
П2 (све зоне)	П2	ПС + Ц	2209,4	1238,5	2210,4	867,3	1809,1	636,2	359,0	2774,8	1685,9	2137,7	1389,9	1083,4	583,3	359,0	2715,0	1967,9	2484,1	1609,3	1691,0	1455,1	1502,4	
		ПС + П1	2299,1	1328,2	2300,1	957,0	1898,8	725,9	448,7	2935,6	1814,7	2334,3	1502,9	1222,3	688,9	448,7	2856,0	2105,5	2635,4	1732,8	1817,5	1571,4	1630,8	
		ПС + П2	2325,4	1354,5	2326,4	983,2	1925,1	752,2	475,0	2990,5	1858,9	2404,8	1536,1	1270,8	726,3	475,0	2905,8	2154,2	2690,7	1775,9	1862,4	1612,5	1676,2	
		ПС + Ц + П1	2180,7	1209,8	2181,7	838,6	1780,4	607,6	330,4	2711,5	1638,2	2056,1	1354,0	1026,9	542,9	330,4	2658,9	1913,4	2421,4	1561,1	1640,2	1409,6	1451,5	
		ПС + Ц + П2	2207,0	1236,1	2208,0	864,9	1806,7	633,9	356,7	2766,4	1682,4	2126,5	1387,1	1075,4	580,3	356,7	2708,7	1962,1	2476,7	1604,2	1685,2	1450,7	1496,9	
		ПС + П1 + П2	2296,7	1325,8	2297,7	954,6	1896,4	723,6	446,4	2927,1	1811,2	2323,1	1500,2	1214,2	685,9	446,4	2849,7	2099,8	2628,0	1727,7	1811,7	1567,0	1625,3	
		ПС + Ц + П1 + П2	2178,4	1207,5	2179,3	836,2	1778,0	605,2	328,0	2703,0	1634,8	2044,9	1351,2	1018,8	539,8	328,0	2652,7	1907,7	2414,0	1556,0	1634,4	1405,2	1446,0	
Ф1	Ц	ПС + Ц	987,9	785,7	1266,3	849,7	1122,4	1013,6	1022,4	651,0	745,1	1161,6	801,7	880,1	1014,4	1022,4	747,4	653,0	940,1	705,8	887,4	895,8	839,4	
		ПС + П1	1077,6	875,4	1356,0	939,4	1212,1	1103,3	1112,1	1029,2	1021,2	1693,5	1037,8	1064,6	1134,9	1112,1	1051,9	933,3	1260,8	899,2	1097,3	1056,6	1048,5	
		ПС + П2	1103,9	901,7	1382,3	965,7	1238,4	1129,6	1138,4	1046,0	1079,9	1769,2	1081,4	1093,2	1179,7	1138,4	1091,8	975,2	1309,1	936,5	1135,0	1097,2	1087,5	
		ПС + Ц + П1	959,2	757,0	1237,6	821,1	1093,7	984,9	993,8	628,6	677,3	1077,0	750,6	846,4	965,6	993,8	700,1	603,6	884,2	662,6	843,7	849,9	794,2	
		ПС + Ц + П2	985,5	783,3	1263,9	847,3	1120,0	1011,2	1020,1	645,4	736,0	1152,6	794,2	875,0	1010,5	1020,1	740,0	645,6	932,5	699,9	881,4	890,6	833,2	
		ПС + П1 + П2	1075,2	873,0	1353,6	937,1	1209,7	1100,9	1109,8	1023,6	1012,1	1684,5	1030,2	1059,5	1130,9	1109,8	1044,5	925,8	1253,2	893,3	1091,3	1051,3	1042,4	
		ПС + Ц + П1 + П2	956,8	754,6	1235,2	818,7	1091,3	982,5	991,4	623,0	668,2	1068,0	743,1	841,3	961,7	991,4	692,7	596,2	876,5	656,7	837,6	844,7	788,0	
П	П	ПС + Ц	987,9	785,7	1266,3	849,7	1122,4	1013,6	1022,4	851,8	921,1	1230,2	970,8	1089,6	1035,3	1022,4	997,5	859,8	1231,9	849,3	1097,0	1015,9	1058,4	
		ПС + П1	1077,6	875,4	1356,0	939,4	1212,1	1103,3	1112,1	980,8	1133,7	1435,5	1173,5	1237,7	1140,9	1112,1	1208,6	1056,3	1431,1	998,9	1255,9	1144,5	1215,7	
		ПС + П2	1103,9	901,7	1382,3	965,7	1238,4	1129,6	1138,4	1028,0	1207,1	1514,2	1237,3	1292,4	1178,3	1138,4	1283,1	1125,8	1504,4	1051,4	1312,6	1190,1	1271,6	
		ПС + Ц + П1	959,2	757,0	1237,6	821,1	1093,7	984,9	993,8	798,9	839,9	1145,7	899,8	1030,0	994,9	993,8	916,4	783,9	1152,3	791,6	1034,8	965,7	997,0	
		ПС + Ц + П2	985,5	783,3	1263,9	847,3	1120,0	1011,2	1020,1	846,2	913,4	1224,5	963,6	1084,6	1032,3	1020,1	990,9	853,3	1225,6	844,0	1091,5	1011,4	1052,9	

Врста ЈДВ	Нобне доставе	Забрана за ГТВ	Посебне површине за заустављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																							
				Варијанта V1						Варијанта V2						Варијанта V3											
				A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I-II}	B _{I-III}	B _{II-III}	C _{I-II-III}			
П2 (све зоне)	П2	П2 (све зоне)	ПС + П1 + П2	1075,2	873,0	1353,6	937,1	1209,7	1100,9	1109,8	975,1	1126,0	1429,7	1166,3	1232,7	1137,9	1109,8	1202,0	1049,9	1424,9	993,6	1250,4	1139,9	1210,2			
			ПС + Ц + П1 + П2	956,8	754,6	1235,2	818,7	1091,3	982,5	991,4	793,3	832,2	1139,9	892,7	1025,0	991,8	991,4	909,9	777,4	1146,1	786,3	1029,3	961,2	991,5			
			ПС + Ц	987,9	785,7	1266,3	849,7	1122,4	1013,6	1022,4	1042,8	795,8	1348,9	859,0	1185,0	1035,8	1022,4	1020,6	813,7	1277,8	865,0	1144,0	1036,3	1105,9			
			ПС + П1	1077,6	875,4	1356,0	939,4	1212,1	1103,3	1112,1	1203,6	924,6	1545,5	972,1	1323,8	1141,4	1112,1	1161,6	951,4	1429,1	988,5	1270,5	1152,5	1234,3			
			ПС + П2	1103,9	901,7	1382,3	965,7	1238,4	1129,6	1138,4	1258,5	968,8	1615,9	1005,2	1372,3	1178,8	1138,4	1211,4	1000,1	1484,4	1031,6	1315,4	1193,6	1279,7			
			ПС + Ц + П1	959,2	757,0	1237,6	821,1	1093,7	984,9	993,8	979,5	748,1	1267,2	823,1	1128,4	995,4	993,8	964,6	759,3	1215,1	816,8	1093,2	990,7	1055,0			
			ПС + Ц + П2	985,5	783,3	1263,9	847,3	1120,0	1011,2	1020,1	1034,4	792,3	1337,7	856,3	1176,9	1032,7	1020,1	1014,4	808,0	1270,4	859,9	1138,2	1031,8	1100,4			
			ПС + П1 + П2	1075,2	873,0	1353,6	937,1	1209,7	1100,9	1109,8	1195,1	921,1	1534,3	969,3	1315,8	1138,3	1109,8	1155,4	945,6	1421,7	983,4	1264,6	1148,1	1228,8			
			ПС + Ц + П1 + П2	956,8	754,6	1235,2	818,7	1091,3	982,5	991,4	971,0	744,7	1256,0	820,4	1120,3	992,3	991,4	958,3	753,5	1207,7	811,7	1087,4	986,3	1049,5			
			Ц	Ц	Ц	ПС + Ц	31,2	1,1	28,9	-9,2	17,8	-19,3	-26,3	25,1	44,6	75,6	22,1	5,9	-1,4	-26,3	55,2	38,0	57,6	25,8	33,2	24,0	20,4
ПС + П1	120,9	90,9				118,6	80,5	107,5	70,4	63,4	403,3	320,8	607,5	258,1	190,4	119,1	63,4	359,7	318,3	378,3	219,2	243,1	184,7	229,6			
ПС + П2	147,2	117,1				144,9	106,8	133,8	96,7	89,7	420,1	379,4	683,2	301,7	219,0	163,9	89,7	399,6	360,3	426,6	256,5	280,8	225,4	268,6			
ПС + Ц + П1	2,5	-27,5				0,2	-37,9	-10,9	-48,0	-55,0	2,7	-23,1	-9,0	-29,1	-27,8	-50,2	-55,0	7,9	-11,4	1,6	-17,4	-10,6	-21,9	-24,8			
ПС + Ц + П2	28,8	-1,2				26,5	-11,6	15,4	-21,7	-28,7	19,5	35,5	66,6	14,6	0,8	-5,3	-28,7	47,8	30,6	49,9	19,9	27,1	18,7	14,2			
ПС + П1 + П2	118,5	88,5				116,2	78,1	105,1	68,0	61,0	397,7	311,6	598,5	250,6	185,3	115,1	61,0	352,3	310,9	370,7	213,3	237,1	179,5	223,4			
ПС + Ц + П1 + П2	0,1	-29,9				-2,2	-40,2	-13,3	-50,3	-57,4	-2,9	-32,3	-18,0	-36,6	-32,9	-54,1	-57,4	0,5	-18,8	-6,0	-23,3	-16,6	-27,2	-30,9			
Φ1+Φ2	Π1	Π1				ПС + Ц	31,2	1,1	28,9	-9,2	17,8	-19,3	-26,3	68,8	68,0	82,3	49,3	27,2	-8,3	-26,3	97,4	69,9	88,0	41,6	47,6	28,2	40,4
						ПС + П1	120,9	90,9	118,6	80,5	107,5	70,4	63,4	197,7	280,6	287,6	252,0	175,3	97,3	63,4	308,4	266,5	287,2	191,2	206,4	156,8	197,8
						ПС + П2	147,2	117,1	144,9	106,8	133,8	96,7	89,7	245,0	354,1	366,3	315,8	229,9	134,7	89,7	382,9	335,9	360,5	243,7	263,2	202,5	253,6
			ПС + Ц + П1	2,5	-27,5	0,2	-37,9	-10,9	-48,0	-55,0	15,9	-13,1	-2,2	-21,6	-32,4	-48,7	-55,0	16,3	-6,0	8,4	-16,1	-14,7	-22,0	-20,9			
			ПС + Ц + П2	28,8	-1,2	26,5	-11,6	15,4	-21,7	-28,7	63,1	60,3	76,6	42,1	22,2	-11,4	-28,7	90,8	63,5	81,8	36,3	42,1	23,7	34,9			
			ПС + П1 + П2	118,5	88,5	116,2	78,1	105,1	68,0	61,0	192,1	272,9	281,8	244,9	170,3	94,2	61,0	301,9	260,0	281,0	185,9	200,9	152,3	192,3			
			ПС + Ц + П1 + П2	0,1	-29,9	-2,2	-40,2	-13,3	-50,3	-57,4	10,2	-20,8	-8,0	-28,8	-37,5	-51,8	-57,4	9,8	-12,4	2,2	-21,4	-20,2	-26,5	-26,4			
			Π2 (све зоне)	Π2 (све зоне)	ПС + Ц	31,2	1,1	28,9	-9,2	17,8	-19,3	-26,3	87,9	33,9	89,0	12,9	24,1	-8,1	-26,3	76,1	49,1	75,5	32,0	34,3	22,9	32,0	
					ПС + П1	120,9	90,9	118,6	80,5	107,5	70,4	63,4	248,6	162,7	285,6	125,9	163,0	97,5	63,4	217,1	186,8	226,7	155,5	160,7	139,1	160,4	
					ПС + П2	147,2	117,1	144,9	106,8	133,8	96,7	89,7	303,5	206,9	356,0	159,1	211,5	134,9	89,7	266,9	235,5	282,0	198,6	205,7	180,2	205,8	

Врста ЈДВ Ноћне доставе Забрана за ТТВ	Посебне површине за зауостављање доставних возила	УКЦ опција и варијанта привлачења теретних токова																				
		Варијанта V1							Варијанта V2							Варијанта V3						
		A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}	A _I	A _{II}	A _{III}	B _{I+II}	B _{I+III}	B _{II+III}	C _{I+II+III}
	ПС + Ц + П1	2,5	-27,5	0,2	-37,9	-10,9	-48,0	-55,0	24,5	-13,7	7,3	-23,0	-32,4	-48,5	-55,0	20,0	-5,3	12,8	-16,2	-16,5	-22,7	-18,9
	ПС + Ц + П2	28,8	-1,2	26,5	-11,6	15,4	-21,7	-28,7	79,4	30,5	77,8	10,1	16,1	-11,2	-28,7	69,8	43,4	68,1	26,9	28,4	18,5	26,5
	ПС + П1 + П2	118,5	88,5	116,2	78,1	105,1	68,0	61,0	240,2	159,3	274,4	123,2	154,9	94,4	61,0	210,8	181,0	219,4	150,4	154,9	134,7	154,9
	ПС + Ц + П1 + П2	0,1	-29,9	-2,2	-40,2	-13,3	-50,3	-57,4	16,1	-17,2	-3,9	-25,8	-40,5	-51,6	-57,4	13,7	-11,1	5,4	-21,3	-22,4	-27,1	-24,4

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац укоричити иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Моделирање екстерних трошкова у системима дистрибуције робе у градским подручјима
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за саобраћај
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
<p>Докторске академске студије саобраћаја на Факултету техничких наука, Универзитета у Новом Саду;</p> <p>Пројекат у оквиру ког је рађен највећи део истраживања је “Развој и примена оптимизационих метода у обликовању ланаца снабдевања и дистрибуције при обликовању дистрибуционог центра за логистичку подршку великосеријске производње“ (ТР 36030);</p> <p>ERASMUS+ програм;</p>
1. Опис података
<p>1.1 Врста студије</p> <p>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</p> <p>Докторска дисертација</p>
<p>1.2 Врсте података</p> <p><input checked="" type="radio"/> а) квантитативни</p> <p><input type="radio"/> б) квалитативни</p>
<p>1.3. Начин прикупљања података</p> <p><input checked="" type="radio"/> а) анкете, упитници, тестови</p> <p>б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи</p> <p>в) генотипови: навести врсту _____</p> <p><input checked="" type="radio"/> г) административни подаци: <u>Статистички подаци</u></p> <p>д) узорци ткива: навести врсту _____</p>

ђ) снимци, фотографије: навести врсту _____

е) текст: Литературни извори

ж) мапа, навести врсту _____

з) остало: Нумерички експерименти

1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

а) Excel фајл: .xlsx

б) SPSS фајл: датотека _____

с) PDF фајл: датотека .pdf

д) Текст фајл: датотека .docx

е) JPG фајл: датотека .jpg

ф) Остало: датотека _____

1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

а) број варијабли: Велики број

б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.): Велики број

1.3.3. Поновљена мерења

а) да

б) **не**

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) временски размак између поновљених мера је _____

б) варијабле које се више пута мере односе се на _____

в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као _____

Напомене: _____

Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?

а) **Да**

б) Не

Ако је одговор не, образложити _____

2. Прикупљање података

2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

☒ а) експеримент: Нумерички експеримент

б) корелационо истраживање: навести тип _____

☐ ц) анализа текста: Прикупљање података анализом доступне литературе

☐ д) остало: Прикупљање података анкетирањем експерата

2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

2.2 Квалитет података и стандарди

2.2.1. Третман недостајућих података

а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да ☒ Не

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) Колики је број недостајућих података? _____

б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да ☐ Не

в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

Квалитет података је контролисан поређењем експерименталних и теоријских података

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Контрола уноса података у матрицу извршена је унакрсним поређењем појединачних и сумарних вредности у матрици са вредностима из иницијалне базе података

3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у Репозиторијум докторских дисертација на Универзитету у Новом Саду.

3.1.2. URL адреса: <https://www.cris.uns.ac.rs/searchDissertations.jsf>

3.1.3. DOI _____

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а) ☒ Да
- б) Да, али после ембарга који ће трајати до _____
- в) ☐ Не

Ако је одговор не, навести разлог _____

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

3.2. Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? _____

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3. Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? _____

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да ☒ Не

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да ☒ Не

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да **Не**

Образложити

4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности (https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да **Не**

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
 - б) Подаци су анонимизирани
 - ц) Остало, навести шта
-

5. Доступност података

5.1. Подаци ће бити

а) јавно доступни

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Ауторство – некомерцијално – без прераде

6. Улоге и одговорност

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Марко Величковић, мејл адреса: marvel@uns.ac.rs

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Марко Величковић, мејл адреса: marvel@uns.ac.rs

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

Марко Величковић, мејл адреса: marvel@uns.ac.rs